

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

19 AUG 2004

(43) 国際公開日
2003年8月28日 (28.08.2003)

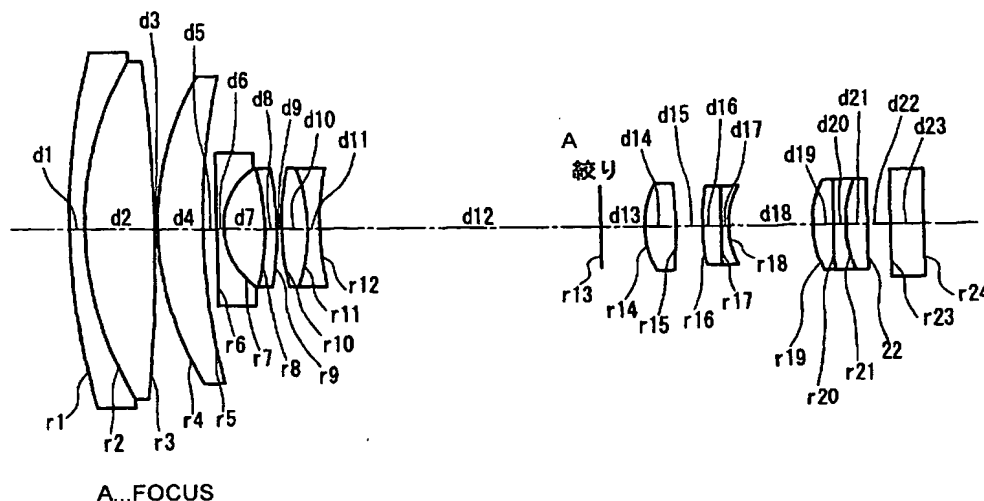
PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/071332 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 15/16, 13/18
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/01960
- (22) 国際出願日: 2003年2月24日 (24.02.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-48425 2002年2月25日 (25.02.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山田 克 (YAMADA, Katsu) [JP/JP]; 〒580-0043 大阪府 松原市 阿保 6-8-10 Osaka (JP). 石黒 敬三 (ISHIGURO, Keizo) [JP/JP]; 〒631-0801 奈良県 奈良市 左京 1-6-25 Nara (JP). 柿本 剛 (KAKIMOTO, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒576-0015 大阪府 交野市 星田西 5-5-4-105 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ (IKEUCHI SATO & PARTNER PATENT ATTORNEYS); 〒530-6026 大阪府 大阪市 北区天満橋1丁目8番30号OAPタワー26階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ZOOM LENS, AND VIDEO CAMERA AND DIGITAL STILL CAMERA USING THE ZOOM LENS

(54) 発明の名称: ズームレンズ、並びにそれを用いたビデオカメラ及びデジタルスチルカメラ



(57) Abstract: A zoom lens having a hand movement compensating function, capable of preventing chromatic aberration from being deteriorated at the time of hand movement, and allowing a size, a weight, and a power consumption to be reduced, comprising four groups of lenses having positive, negative, positive, and positive refractive powers disposed starting at an object side toward an image face side in that order, wherein power variation is performed by the second lens group having a concave meniscus lens, a concave lens, a double convex lens, and a concave lens disposed starting at the object side toward the image face side in that order and having at least one aspheric surface, focus adjustment is performed by the fourth lens group, and the third lens group having a doublet with a connection surface facing the convex surface thereof toward the object side is movable in a direction vertical to an optical axis to compensate the variation of image at the time of hand movement.

[続葉有]

WO 03/071332 A1



(57) 要約:

手振れ補正機能を備え、かつ、手振れ補正時の色収差の劣化を防止することができると共に、小型化、軽量化、省電力化が可能なズームレンズを実現する。物体側から像面側に向かって順に配置された、正、負、正、正の屈折力を有し、第2レンズ群で変倍、第4レンズ群でフォーカス調整を行う4群構成のズームレンズである。前記第2レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、凹メニスカスレンズと、凹レンズと、両凸レンズと、凹レンズとからなり、かつ、少なくとも一面の非球面を含む。第3レンズ群は、接合面が物体側に凸面を向けた接合レンズを含み、手振れ時の像の変動を補正するために光軸に対して垂直な方向に移動可能である。

明 細 書

ズームレンズ、並びにそれを用いたビデオカメラ及びデジタルスチルカメラ

技術分野

- 5 本発明は、ビデオカメラ等に用いられ、手振れ、振動等によって生じる像の振れを光学的に補正する手振れ補正機能を備えたズームレンズ、並びにそれを用いたビデオカメラ及びデジタルスチルカメラに関する。

背景技術

- 10 近年、ビデオカメラ等の撮影系においては、手振れ等の振動を防止する振れ防止機能が必須となっており、様々なタイプの防振光学系が提案されている。

- 例えば、特開平 8 - 2 9 7 3 7 号公報に記載のビデオカメラにおいては、ズームレンズの前面に 2 枚構成の手振れ補正用の光学系を装着し、
15 そのうちのいずれか 1 枚を光軸に対して垂直に移動させることにより、手振れによる像の変動を補正するようにされている。

- また、特開平 7 - 1 2 8 6 1 9 号公報に記載のビデオカメラにおいては、4 群構成のズームレンズを用い、複数枚のレンズにより構成されている第 3 レンズ群の一部を光軸に対して垂直に移動させることにより、
20 手振れによる像の変動を補正するようにされている。

しかし、特開平 8 - 2 9 7 3 7 号公報に記載のビデオカメラにおいては、ズームレンズの前面に手振れ補正用の光学系を装着するために、手振れ補正用の光学系のレンズ径が大きくなる。また、それに伴ってビデオカメラそのものも大きくなり、駆動系への負担も大きくなるため、小

型化、軽量化、省電力化には不利であった。

- また、特開平 7-128619 号公報に記載のビデオカメラにおいては、像面に対して固定された第 3 レンズ群の一部を光軸に対して垂直に移動させることによって手振れによる像の変動を補正するようにされているので、ズームレンズ前面に手振れ補正用の光学系を装着するタイプと比較して大きさ的には有利であるが、第 3 レンズ群の一部を動かしているために、手振れ補正時の色収差の劣化は避けられなかった。

発明の開示

- 10 本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、4 群構成のズームレンズであって、変倍時及びフォーカス時に像面に対して固定されている第 3 レンズ群全体を光軸と垂直な方向に移動させることによって手振れを補正することができ、かつ、手振れ補正時の色収差の劣化を防止することができると共に、小型化、軽量化、省電力化が可能なズームレンズ、並びにそれを用いたビデオカメラ及びデジタルスチルカメラを提供することを目的とする。

- 前記目的を達成するため、本発明に係るズームレンズの第 1 の構成は、物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第 1 レンズ群と、

全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第 2 レンズ群と、

前記像面に対して固定された絞りと、

- 25 物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズとか

らなり、全体として正の屈折力を有し、変倍時及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動に伴って変動する前記像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備えたズームレンズであって、

前記第2レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、凹メニスカスレンズと、凹レンズと、両凸レンズと、凹レンズとからなり、かつ、少なくとも一面の非球面を含み、

前記第3レンズ群は、接合面が物体側に凸面を向けた接合レンズを含み、手振れ時の像の変動を補正するために光軸に対して垂直な方向に移動可能であり、かつ、少なくとも一面の非球面を含み、

前記第4レンズ群は、少なくとも一面の非球面を含むことを特徴とする。

このズームレンズの第1の構成によれば、手振れ補正機能を備え、かつ、手振れ補正時の色収差の劣化を防止することができると共に、小型化、軽量化、省電力化が可能なズームレンズを実現することができる。

また、前記本発明のズームレンズの第1の構成においては、前記第4レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、凹レンズと、凸レンズと、凹レンズとからなると共に、これら全てのレンズが接合されているのが好ましい。

また、前記本発明のズームレンズの第1の構成においては、前記第4レンズ群が、3枚のレンズからなると共に、これら全てのレンズが接合されており、前記第4レンズ群の物体側から第2番目のレンズの厚み1

0 mmの部分における波長 370 nmの光の透過率を τ_{370} 、波長 380 nmの光の透過率を τ_{380} としたとき、下記条件式(1)、(2)を満足するのが好ましい。

$$0.02 < \tau_{370} < 0.2 \quad \dots (1)$$

5 $0.2 < \tau_{380} < 0.55 \quad \dots (2)$

第4レンズ群を3枚構成とすることにより、色収差などの諸収差を良好に補正することができる。また、3枚のレンズを全て接合することにより、1枚のレンズを組み込むことと同じになるので、公差を緩くすることができる。

- 10 上記条件式(1)、(2)は、前記接合レンズの真ん中のレンズの紫外線(UV)波長域における透過率を規定したものである。3枚のレンズを接合する際には、図1に示すように、まず、2枚のレンズを接合した後、3枚目のレンズを接合する。3枚目のレンズを接合する際に、先に接合した箇所にもUV照射を行うこととなるので、UV照射が過剰となり、最初の接合面の強度が低下して、接着面が剥離する可能性がある。
- 15 そのため、真ん中のレンズの材料のUV波長域における透過率を規定する必要がある。上記条件式(1)、(2)の上限を超えると、UV波長域における透過率が大きくなりすぎるために、3枚のレンズを良好に接合することが困難となる。逆に、上記条件式(1)、(2)の下限を下回ると、本硬化を行うための十分なUV照射を行うことができなくなるため
- 20 に、先に接合した箇所の強度が不十分となって、剥離しやすくなる。

- また、本発明に係るズームレンズの第2の構成は、物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとを含み、全体として正
- 25 の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作

用を行う第2レンズ群と、

前記像面に対して固定された絞りと、

物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、変倍時及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動に伴って変動する前記像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備えたズームレンズであって、

前記第2レンズ群は、少なくとも一面の非球面を含み、

前記第3レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、凸レンズと、凹レンズと、凸レンズとの3枚の単レンズからなると共に、手振れ時の像の変動を補正するために光軸に対して垂直な方向に移動可能であり、かつ、少なくとも一面の非球面を含み、

前記第4レンズ群は、3枚の単レンズからなり、かつ、少なくとも一面の非球面を含むことを特徴とする。

このズームレンズの第2の構成によれば、特に、第3及び第4レンズ群を全て単レンズによって構成することにより、設計パラメータが増えるので、高性能化を図ることができる。

また、本発明に係るズームレンズの第3の構成は、物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、

前記像面に対して固定された絞りと、

- 5 物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、変倍時及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

- 10 前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動に伴って変動する前記像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備えたズームレンズであって、

前記第2レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、凹メニスカスレンズと、両凹レンズと、両凸レンズと、凸レンズとからなり、かつ、少なくとも一面の非球面を含み、

- 15 前記第3レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、両凸レンズと、凸レンズと凹レンズとの接合レンズとからなると共に、手振れ時の像の変動を補正するために光軸に対して垂直な方向に移動可能であり、かつ、少なくとも一面の非球面を含み、

前記第4レンズ群は、1枚の凸レンズからなり、かつ、少なくとも一面の非球面を含むことを特徴とする。

- 20 このズームレンズの第3の構成によれば、第4レンズ群を1枚の凸レンズによって構成することにより、製造コストと組立公差を緩くすることができる。

- 25 前記本発明のズームレンズの第1～第3の構成においては、像高を R_{IH} 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、下記条件式(3)、(4)を満足するのが好ましい。

$$2. \quad 0 < |f_2 / R_{IH}| < 3.0 \quad \cdots (3)$$

$$0.16 < |f_2 / f_1| < 0.22 \quad \dots (4)$$

上記条件式（３）は、第２レンズ群の焦点距離を適切に定義し、高性能化と小型化を両立させるための式である。必要な焦点距離は、画面サイズで変化するの、画面サイズで正規化している。上記条件式（３）

5 の上限を超えると、第2レンズ群のズーム時の移動における収差の変化は緩やかなものとなるが、移動量が大きくなるために、コンパクト化には不利となる。

上記条件式（４）は、上記条件式（３）を満足した上で、必要となる第１レンズ群の焦点距離を定義したものである。上記条件式（４）の上限を超えると、第１レンズ群のパワーが強くなりすぎるために、標準位置から望遠端にかけて、特に下光線のフレアが発生しやすくなる。逆に、上記条件式（４）の下限を下回ると、フレアの発生は少なくなるが、第１レンズ群のパワーが弱くなりすぎるために、望遠端において軸上色収差が発生しやすくなる。

15 前記本発明のズームレンズの第 1 ～第 3 の構成においては、前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 1 レンズ群の物体側から第 1 番目のレンズと第 2 番目のレンズの合成焦点距離を f_{11-12} としたとき、下記条件式 (5) を満足するのが好ましい。

$$3. \quad 2 < f_{11-12} / f_1 < 5.0 \quad \dots (5)$$

20 上記条件式（５）は、望遠側での軸上色収差とコマ収差を良好に補正
するための式である。上記条件式（５）の上限を超えると、接合面のパ
ワーが弱くなるために、十分な色消しができず、望遠端において軸上色
収差が拡大してしまう。逆に、上記条件式（５）の下限を下回ると、全
体の焦点距離に対して接合面のパワーが強くなりすぎるために、標準位
25 置から望遠域にかけてコマフレアが発生しやすくなる。

また、前記本発明のズームレンズの第１～第３の構成においては、前

記第 1 レンズ群の物体側から第 3 番目のレンズの焦点距離を f_{13} 、前記第 1 レンズ群の物体側から第 3 番目のレンズの像面側に向いた面の焦点距離を f_{132} としたとき、下記条件式 (6) を満足するのが好ましい。

$$-2.5 < f_{132} / f_{13} < -1.5 \quad \dots (6)$$

- 5 上記条件式 (6) は、歪曲収差とコマ収差を良好に補正するための式である。上記条件式 (6) の上限を超えると、非点収差が補正過剰となって、樽型の歪曲収差が大きくなる。逆に、上記条件式 (6) の下限を下回ると、コマフレアが発生しやすくなって、糸巻き型の歪曲収差が大きくなる。

- 10 また、前記本発明のズームレンズの第 1 ～第 3 の構成においては、前記第 2 レンズ群の物体側から i 番目の非球面の有効径 1 割における非球面量を $dsag_{2i1}$ 、前記第 2 レンズ群の物体側から i 番目の非球面の有効径 9 割における非球面量を $dsag_{2i9}$ としたとき、下記条件式 (7) を満足するのが好ましい。

15 $-0.23 < dsag_{2i1} / dsag_{2i9} < -0.10 \quad \dots (7)$

- 上記条件式 (7) は、コマ収差を良好に補正するための式である。凹面に非球面を用いた場合、上記条件式 (7) の上限を超えると、有効径付近の非球面量が小さくなりすぎるために、特に広角端～標準位置の画面周辺部において、下光線のコマフレアが補正不足となる。逆に、上記
- 20 条件式 (7) の下限を下回ると、前記コマフレアが補正過剰となる。尚、凸面に非球面を用いた場合には、上記と逆の作用がなされる。

- また、前記本発明のズームレンズの第 1 ～第 3 の構成においては、前記第 2 レンズ群の非球面は、最も像面側に配置され、かつ、像面側に凹面を向けた面であるのが好ましい。第 2 レンズ群の最も像面側の面は軸
- 25 外の主光線高が低いので、この好ましい例によれば、非点収差に大きな影響を与えることなく、コマ収差を補正することができる。また、像面

側に凹面を向けることにより、広角端と標準位置との間で発生する糸巻き型の歪曲収差を良好に補正することができる。

また、前記本発明のズームレンズの第1～第3の構成においては、前記第3レンズ群の物体側から*i*番目の非球面の有効径1割における非球面量を $dsag_{3i1}$ 、前記第3レンズ群の物体側から*i*番目の非球面の有効径9割における非球面量を $dsag_{3i9}$ としたとき、下記条件式(8)を満足するのが好ましい。

$$-0.24 < dsag_{3i1} / dsag_{3i9} < -0.15 \quad \dots (8)$$

上記条件式(8)は、球面収差を良好に補正するための式である。第3レンズ群は、光束が太くなる箇所であり、特に軸上の性能に大きな影響を与える。凸面に非球面を用いた場合、上記条件式(8)の上限を超えると、軸上の光線が補正過剰となり、上記条件式(8)の下限を下回ると、軸上の光線が補正不足となる。尚、凹面に非球面を用いた場合には、上記と逆の作用がなされる。

また、前記本発明のズームレンズの第1～第3の構成においては、前記第4レンズ群の物体側から*i*番目の非球面の有効径1割における非球面量を $dsag_{4i1}$ 、前記第4レンズ群の物体側から*i*番目の非球面の有効径9割における非球面量を $dsag_{4i9}$ としたとき、下記条件式(9)を満足するのが好ましい。

$$-0.45 < dsag_{4i1} / dsag_{4i9} < -0.13 \quad \dots (9)$$

上記条件式(9)は、コマ収差を良好に補正するための式である。第4レンズ群は、軸外光線のなかでも、特に上光線の性能に大きな影響を与える。凸面に非球面を用いた場合、上記条件式(9)の上限を超えると、周辺部での非球面量が小さくなりすぎるために、画面周辺部の軸外上光線が補正過剰となる。逆に、上記条件式(9)の下限を下回ると、補正不足となる。尚、凹面に非球面を用いた場合には、上記と逆の作用

がなされる。

また、前記本発明のズームレンズの第 1 ～ 第 3 の構成においては、像高を $R I H$ 、前記第 3 レンズ群における、各レンズの比重を $S g_1$ 、各レンズのレンズ径を $C L_1$ としたとき、下記条件式 (10) を満足する

5 のが好ましい。

$$\sum_{i=1}^n (S g_1 \cdot C L_1^2) / R I H < 50 \cdots (10)$$

第 3 レンズ群は、手振れ時の像の変動を補正するためにレンズ群全体
10 が光軸に対して垂直な方向に移動する。手振れ補正中は、常にレンズ群を稼働させるため、重量が大きいと消費電力が大きくなる。また、推力も必要となるため、サイズの大きなアクチュエータが必要となる。上記条件式 (10) は、第 3 レンズ群の重量を規定した式である。レンズの重量は、比重とレンズ径の 2 乗に比例する。また、レンズのサイズは像
15 高によって異なり、使用できるアクチュエータのサイズ許容量が変わってくるため、像高で正規化している。上記条件式 (10) の上限を超えると、鏡筒サイズ、消費電力共に大きくなりすぎる。

本発明に係るビデオカメラの構成は、ズームレンズを備えたビデオカメラであって、前記ズームレンズとして前記本発明のズームレンズを用
20 いることを特徴とする。

また、本発明に係るデジタルスチルカメラの構成は、ズームレンズを備えたデジタルスチルカメラであって、前記ズームレンズとして前記本発明のズームレンズを用いることを特徴とする。

25 図面の簡単な説明

図 1 A、図 1 B は 3 枚のレンズの接合方法を示す概略図、

図 2 は本発明の手振れ補正機能を備えたズームレンズの基本構成図、

図 3 は本発明の実施例 1 における手振れ補正機能を備えたズームレンズの構成を示す配置図、

図 4 A～E は本発明の実施例 1 の広角端における収差性能図、

図 5 A～E は本発明の実施例 1 の標準位置における収差性能図、

5 図 6 A～E は本発明の実施例 1 の望遠端における収差性能図、

図 7 F～H は本発明の実施例 1 の望遠端における手振れ補正時の収差性能図、

図 8 A～E は本発明の実施例 2 の広角端における収差性能図、

図 9 A～E は本発明の実施例 2 の標準位置における収差性能図、

10 図 10 A～E は本発明の実施例 2 の望遠端における収差性能図、

図 11 F～H は本発明の実施例 2 の望遠端における手振れ補正時の収差性能図、

図 12 は本発明の実施例 3 における手振れ補正機能を備えたズームレンズの構成を示す配置図、

15 図 13 A～E は本発明の実施例 3 の広角端における収差性能図、

図 14 A～E は本発明の実施例 3 の標準位置における収差性能図、

図 15 A～E は本発明の実施例 3 の望遠端における収差性能図、

図 16 F～H は本発明の実施例 3 の望遠端における手振れ補正時の収差性能図、

20 図 17 は本発明の実施例 4 における手振れ補正機能を備えたズームレンズの構成を示す配置図、

図 18 A～E は本発明の実施例 4 の広角端における収差性能図、

図 19 A～E は本発明の実施例 4 の標準位置における収差性能図、

図 20 A～E は本発明の実施例 4 の望遠端における収差性能図、

25 図 21 F～H は本発明の実施例 4 の望遠端における手振れ補正時の収差性能図、

図 2 2 は本発明の第 4 の実施の形態におけるビデオカメラの構成を示す配置図、

図 2 3 は本発明の第 5 の実施の形態におけるデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。

5

発明を実施するための最良の形態

以下、実施の形態を用いて、本発明をさらに具体的に説明する。

図 2 に、本発明の手振れ補正機能を備えたズームレンズの基本構成を示す。図 2 に示すように、本発明のズームレンズは、物体側から像面側
10 に向かって順に配置された、第 1 レンズ群と、第 2 レンズ群と、第 3 レンズ群と、第 4 レンズ群とにより構成された 4 群構成のズームレンズである。この場合、第 2 レンズ群によって変倍作用（ズーミング）が行われ、第 4 レンズ群によってフォーカス調整が行われる。また、第 3 レンズ群を光軸に対して垂直な方向に移動させることにより、手振れ時の像
15 の変動が補正される。

〔第 1 の実施の形態〕

本実施の形態におけるズームレンズは、物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとを含み、全体として正の屈折力を
20 有し、像面に対して固定された第 1 レンズ群と、

物体側から像面側に向かって順に配置された、凹メニスカスレンズと、凹レンズと、両凸レンズと、凹レンズとからなり、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第 2 レンズ群と、

25 像面に対して固定された絞りと、

物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレ

レンズと、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、変倍時及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

- 5 物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動に伴って変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とにより構成されている。

- 10 第3レンズ群は、接合面が物体側に凸面を向けた接合レンズを含み、手振れ時の像の変動を補正するために光軸に対して垂直な方向に移動可能となっている。

また、第2レンズ群あるいは第3レンズ群あるいは第4レンズ群は、少なくとも一面の非球面を含んでいる。

- 15 尚、ここでいう非球面は、下記（数1）によって定義される（以下の第2及び第3の実施の形態についても同様である）。

〔数1〕

$$SAG = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + D \cdot H^4 + E \cdot H^6 + F \cdot H^8 + G \cdot H^{10}$$

- 20 但し、上記（数1）中、Hは光軸からの高さ、SAGは光軸からの高さがHの非球面上の点の非球面頂点からの距離、Rは非球面頂点の曲率半径、Kは円錐常数、D、E、F、Gは非球面係数を表している。

- 25 第4レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、凹レンズと、凸レンズと、凹レンズとからなると共に、全てのレンズが接合されているのが望ましい。

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、第4レンズ群は、そ

の全てのレンズが接合されており、その物体側から第2番目のレンズの厚み10mmの部分における波長370nmの光の透過率を τ_{370} 、波長380nmの光の透過率を τ_{380} としたとき、下記条件式(1)、(2)を満足するのが望ましい。

$$5 \quad 0.02 < \tau_{370} < 0.2 \quad \dots (1)$$

$$0.2 < \tau_{380} < 0.55 \quad \dots (2)$$

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、像高をRIH、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、第2レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、下記条件式(3)、(4)を満足するのが望ましい。

$$10 \quad 2.0 < |f_2 / \text{RIH}| < 3.0 \quad \dots (3)$$

$$0.16 < |f_2 / f_1| < 0.22 \quad \dots (4)$$

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第1レンズ群の物体側から第1番目のレンズと第2番目のレンズの合成焦点距離を f_{11-12} としたとき、下記条件式(5)

15 を満足するのが望ましい。

$$3.2 < f_{11-12} / f_1 < 5.0 \quad \dots (5)$$

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、第1レンズ群の物体側から第3番目のレンズの焦点距離を f_{13} 、第1レンズ群の物体側から第3番目のレンズの像面側に向いた面の焦点距離を f_{132} としたとき、

20 下記条件式(6)を満足するのが望ましい。

$$-2.5 < f_{132} / f_{13} < -1.5 \quad \dots (6)$$

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、第2レンズ群の物体側からi番目の非球面の有効径1割における非球面量を $dsag_{2i1}$ 、第2レンズ群の物体側からi番目の非球面の有効径9割における非球面

25 量を $dsag_{2i9}$ としたとき、下記条件式(7)を満足するのが望ましい。

$$-0.23 < dsag_{211} / dsag_{219} < -0.10 \quad \dots (7)$$

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、第2レンズ群の非球面は、最も像面側に配置され、かつ、像面側に凹面を向けた面であるのが望ましい。

- 5 また、本実施の形態のズームレンズにおいては、第3レンズ群の物体側から i 番目の非球面の有効径1割における非球面量を $dsag_{311}$ 、第3レンズ群の物体側から i 番目の非球面の有効径9割における非球面量を $dsag_{319}$ としたとき、下記条件式(8)を満足するのが望ましい。

10 $-0.24 < dsag_{311} / dsag_{319} < -0.15 \quad \dots (8)$

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、第4レンズ群の物体側から i 番目の非球面の有効径1割における非球面量を $dsag_{411}$ 、第4レンズ群の物体側から i 番目の非球面の有効径9割における非球面量を $dsag_{419}$ としたとき、下記条件式(9)を満足するのが望ましい。

15 い。

$$-0.45 < dsag_{411} / dsag_{419} < -0.13 \quad \dots (9)$$

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、像高を RIH 、前記第3レンズ群における、各レンズの比重を Sg_i 、各レンズのレンズ径を CL_i としたとき、下記条件式(10)を満足するのが望ましい。

20 $\sum_{i=1}^n (Sg_i \cdot CL_i^2) / RIH < 50 \quad \dots (10)$

以下、具体的実施例を挙げて、本実施の形態におけるズームレンズをさらに詳細に説明する。

25 (実施例1)

下記(表1)に、本実施例におけるズームレンズの具体的数値例を示す。

[表 1]

群	面	r	d	n	ν	Sg	CL		
1	1	52. 574	1. 30	1. 84666	23. 9	-			
	2	29. 062	6. 00	1. 48749	70. 4				
	3	-428. 263	0. 15	1. 77250	49. 6				
	4	28. 204	3. 80						
	5	93. 817	可変						
2	6	93. 817	0. 70	1. 80610	33. 3				
	7	6. 295	3. 55	1. 69680	55. 6				
	8	-20. 692	0. 70						
	9	100. 000	0. 20	1. 84666	23. 9				
	10	27. 934	2. 50						
	11	-13. 282	1. 00					1. 66547	55. 2
	12	79. 253	可変						
絞り	13	—————	1. 65						
3	14	9. 655	2. 50	1. 60602	57. 5	3.09	3.75		
	15	-19. 001	2. 35	1. 48749	70. 4	2.45	3.60		
	16	19. 879	1. 30						
	17	-700. 000	0. 70	1. 84666	23. 9	3.49	3.40		
	18	8. 208	可変						
4	19	11. 189	1. 70	1. 69680	55. 6				
	20	700. 000	1. 00	1. 80518	25. 4				
	21	36. 974	1. 80	1. 60602	57. 5				
	22	-38. 063	可変						
5	23	∞	2. 70	1. 51633	64. 1				
	24	∞	—						

上記（表 1）において、r（mm）はレンズ面の曲率半径、d（mm）はレンズの肉厚又はレンズ間の空気間隔、n は各レンズの d 線に対する屈折率、 ν は各レンズの d 線に対するアッペ数を示している（以下の実施例 2～4 についても同様である）。

また、下記（表 2）に、本実施例におけるズームレンズの非球面係数を示す。

[表 2]

面	1 2	1 4	1 5	2 2
K	0.00000E+00	-3.45053E-01	-2.50386E+00	-1.83155E+02
D	-1.23365E-04	-2.55575E-04	-8.71189E-05	-2.16340E-04
E	-1.24521E-06	2.29320E-06	5.71117E-07	1.48111E-05
F	3.06330E-08	-6.14819E-07	-4.72710E-07	-3.17582E-07
G	-1.68776E-09	4.25557E-09	0.00000E+00	0.00000E+00

また、下記（表 3）に、物点がレンズ先端から測って無限位置の場合

- の、ズーミングによって可変な空気間隔 (mm) を示す。下記 (表 3) における標準位置は、第 2 レンズ群の倍率が -1 倍となる位置である。下記 (表 3) 中、 f (mm)、 $F/N\phi$ 、 ω ($^{\circ}$) は、それぞれ上記 (表 1) のズームレンズの広角端、標準位置、望遠端における焦点距離、 F ナン
- 5 パー、入射半面角である (以下の実施例 2 ~ 4 についても同様である)。

[表 3]

	広角端	標準	望遠端
f	4. 6 5 8	2 3. 5 3 9	5 5. 3 0 0
$F/N\phi$	2. 8 4 0	2. 8 2 6	2. 8 3 2
2ω	6 4. 7 1 8	1 3. 4 7 4	5. 7 2 6
$d 5$	0. 7 0 0	2 0. 7 3 6	2 6. 5 0 0
$d 1 0$	2 6. 5 0 0	7. 4 6 4	1. 7 0 0
$d 1 4$	7. 5 0 0	4. 1 5 5	7. 4 4 0
$d 1 9$	2. 0 0 0	5. 3 4 5	2. 0 6 0

- 図 3 に、上記 (表 1) のデータに基づいて構成されたズームレンズを示す。図 3 中、 $r 1 \sim r 5$ で示されるレンズ群が第 1 レンズ群、 $r 6 \sim r 1 2$ で示されるレンズ群が第 2 レンズ群、 $r 1 4 \sim r 1 8$ で示されるレンズ群が第 3 レンズ群、 $r 1 9 \sim r 2 2$ で示されるレンズ群が第 4 レンズ群である。また、図 3 中、 $r 2 3$ 、 $r 2 4$ で示される光学部品は、
- 20 光学ローパスフィルタと CCD のフェースプレートに等価な平板である。

- 図 4 ~ 図 6 に、本実施例におけるズームレンズの広角端、標準位置、望遠端における各収差性能を示す。尚、各図において、 A は球面収差の図であり、 d 線に対する値を示している。 B は非点収差の図であり、実線はサジタル像面湾曲、破線はメリディオナル像面湾曲を示している。
- 25 C は歪曲収差を示す図である。 D は軸上色収差の図であり、実線は d 線、短い破線は F 線、長い破線は C 線に対する値を示している。 E は倍率色

収差の図であり、短い破線はF線、長い破線はC線に対する値を示している（以下の実施例2～4についても同様である）。

図4～図6に示す収差性能図から明らかなように、本実施例のズームレンズは、高解像度を実現するのに十分な収差補正能力を有している。

- 5 図7に、望遠端における 0.31° の手振れ補正時の収差性能を示す。Fは相対像高0.75、Gは画面中心、Hは相対像高 -0.75 での横収差の図であり、実線はd線、短い破線はF線、長い破線はC線、一点鎖線はg線に対する値を示している（以下の実施例2～4についても同様である）。

- 10 図7に示す収差性能図から明らかなように、本実施例のズームレンズは、手振れ補正時においても良好な収差性能を示している。

以下に、本実施例のズームレンズについての各条件式の値を示す。

$$\tau_{370} = 0.14$$

$$\tau_{380} = 0.48$$

15 $|f_2 / R_{IH}| = 2.912$

$$|f_2 / f_1| = 0.197$$

$$f_{11-12} / f_1 = 4.84$$

$$f_{132} / f_{13} = -2.385$$

$$dsag_{211} / dsag_{219} = -0.186$$

20 $dsag_{311} / dsag_{319} = -0.176$

$$dsag_{321} / dsag_{329} = -0.218$$

$$dsag_{411} / dsag_{419} = -0.181$$

25 $\sum_{i=1}^n (Sg_i \cdot CL_i^2) / R_{IH} = 41.3$

（実施例2）

下記（表4）に、本実施例におけるズームレンズの具体的数値例を示

す。

[表 4]

群	面	r	d	n	ν	Sg	CL
5	1	54. 725	1. 30	1. 84666	23. 9		
	2	29. 679	6. 00	1. 48749	70. 4		
	3	-307. 125	0. 15				
	4	28. 212	3. 80	1. 77250	49. 6		
	5	92. 607	可変				
10	6	92. 067	0. 70	1. 80610	33. 3		
	7	6. 314	3. 55				
	8	-17. 642	0. 70	1. 69680	55. 6		
	9	-70. 000	0. 20				
	10	30. 350	2. 50	1. 84666	23. 9		
	11	-13. 036	1. 00	1. 66547	55. 2		
	12	40. 000	可変				
15	絞り	13	1. 65				
	3	14	9. 504	2. 50	1. 60602	57. 5	3.09
		15	-17. 913	2. 35			3.70
		16	26. 391	1. 30	1. 48749	70. 4	2.45
		17	-700. 000	0. 70	1. 84666	23. 9	3.40
		18	8. 314	可変			3.20
	4	19	10. 867	1. 70	1. 69680	55. 6	
		20	700. 000	1. 00	1. 84666	23. 9	
		21	32. 370	1. 80	1. 60602	57. 5	
		22	-34. 831	可変			
	5	23	∞	2. 70	1. 51633	64. 1	
		24	∞	-			

また、下記（表 5）に、本実施例におけるズームレンズの非球面係数を示す。

[表 5]

面	1 2	1 4	1 5	2 2
K	0.00000E+00	-3.92587E-01	-2.56247E+00	-1.34562E+02
D	-1.34759E-04	-2.59655E-04	-8.58969E-05	-1.82759E-04
E	-1.15418E-06	2.00442E-06	9.52159E-08	1.30906E-05
F	1.95786E-08	-6.71309E-07	-5.51053E-07	-2.63083E-07
G	-1.44027E-09	2.57405E-09	0.00000E+00	0.00000E+00

また、下記（表 6）に、物点がレンズ先端から測って無限位置の場合の、ズーミングによって可変な空気間隔（mm）を示す。

[表 6]

5

	広角端	標準	望遠端
f	4. 6 8 7	2 3. 8 3 5	5 5. 7 7 6
F / NO	2. 8 4 3	2. 8 3 4	2. 8 3 8
2 ω	6 4. 3 0 4	1 3. 2 8 6	5. 6 6 8
d 5	0. 7 0 0	2 0. 7 4 5	2 6. 5 0 0
d 1 0	2 6. 5 0 0	7. 4 5 5	1. 7 0 0
d 1 4	7. 5 0 0	4. 1 2 6	7. 4 6 9
d 1 9	2. 0 0 0	5. 3 7 4	2. 3 0 1

10 図 8 ～ 図 1 0 に、本実施例におけるズームレンズの広角端、標準位置、望遠端における各収差性能を示す。

図 8 ～ 図 1 0 に示す収差性能図から明らかなように、本実施例のズームレンズは、高解像度を実現するのに十分な収差補正能力を有している。

15 図 1 1 に、望遠端における 0. 3 0 ° の手振れ補正時の収差性能を示す。

図 1 1 に示す収差性能図から明らかなように、本実施例のズームレンズは、手振れ補正時においても良好な収差性能を示している。

以下に、本実施例のズームレンズについての各条件式の値を示す。

$$\begin{aligned} \tau_{370} &= 0. 0 3 \\ \tau_{380} &= 0. 2 7 \\ |f_2 / R I H| &= 2. 9 0 8 \\ |f_2 / f_1| &= 0. 1 9 7 \\ f_{11-12} / f_1 &= 4. 7 8 6 \\ f_{132} / f_{13} &= -2. 3 4 1 \\ d s a g_{211} / d s a g_{219} &= -0. 1 9 3 \\ d s a g_{311} / d s a g_{319} &= -0. 2 1 8 \end{aligned}$$

20

25

$$d s a g_{321} / d s a g_{329} = -0.178$$

$$d s a g_{411} / d s a g_{419} = -0.177$$

$$\sum_{i=1}^n (S g_i \cdot C L_i^2) / R I H = 38.0$$

5

〔第2の実施の形態〕

本実施の形態におけるズームレンズは、物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

10

全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、

像面に対して固定された絞りと、

物体側から像面側に向かって順に配置された、凸レンズと、凹レンズと、凸レンズとの3枚の単レンズからなり、全体として正の屈折力を有し、変倍時及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

15

物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとの3枚の単レンズからなり、全体として正の屈折力を有し、第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動に伴って変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とにより構成されている。

20

第3レンズ群は、手振れ時の像の変動を補正するために光軸に対して垂直な方向に移動可能となっている。

25

また、第2レンズ群あるいは第3レンズ群あるいは第4レンズ群は、少なくとも一面の非球面を含んでいる。

本実施の形態のズームレンズにおいても、上記条件式(3)～(10)

を満足するのが望ましい。

また、本実施の形態のズームレンズにおいても、第2レンズ群の非球面は、最も像面側に配置され、かつ、像面側に凹面を向けた面であるのが望ましい。

- 5 以下、具体的実施例を挙げて、本実施の形態におけるズームレンズをさらに詳細に説明する。

(実施例3)

下記(表7)に、本実施例におけるズームレンズの具体的数値例を示す。

10 [表7]

群	面	r	d	n	ν	Sg	CL
1	1	57.825	1.30	1.84666	23.9		
	2	30.271	5.45	1.48749	70.4		
	3	-215.251	0.15				
	4	26.919	3.80	1.77250	49.6		
	5	77.730	可変				
2	6	82.307	0.70	1.80610	33.3		
	7	6.223	3.55				
	8	-28.392	0.70	1.69680	55.6		
	9	64.541	0.24				
	10	22.584	2.09	1.84666	23.9		
	11	-16.043	1.00	1.66547	55.2		
	12	40.111	可変				
絞り	13	—	1.60				
3	14	8.141	1.72	1.60602	57.5	3.09	3.90
	15	-72.295	2.32				
	16	30.187	0.70	1.71736	29.5	3.08	3.60
	17	6.982	0.60				
	18	13.467	1.58	1.51823	59.0	2.53	3.50
	19	80.263	可変				
4	20	9.087	1.70	1.83400	37.3		
	21	2324.588	0.20				
	22	-308.441	0.70	1.84666	23.9		
	23	8.254	0.45				
	24	10.330	1.82	1.60602	57.5		
	25	-122.862	可変				
5	26	∞	3.30	1.51633	64.1		
	27	∞	—				

また、下記（表 8）に、本実施例におけるズームレンズの非球面係数を示す。

〔表 8〕

面	1 2	1 4	2 5
K	-2.40539E+01	-3.39446E-02	2.94679E-01
D	-9.44918E-05	-1.83964E-04	-1.44338E-04
E	-1.74618E-06	7.45147E-07	1.40336E-06
F	-2.30285E-08	-1.53778E-07	-1.25465E-07
G	-5.50990E-10	3.37757E-09	3.72879E-09

また、下記（表 9）に、物点がレンズ先端から測って無限位置の場合の、ズームングによって可変な空気間隔（mm）を示す。

〔表 9〕

	広角端	標準	望遠端
f	4. 6 9 0	2 4. 1 3 5	5 5. 7 3 1
F/NO	2. 8 4 0	2. 8 6 3	2. 8 2 9
2 ω	6 4. 3 4 6	1 3. 2 4 2	5. 7 2 2
d 5	0. 7 0 0	2 0. 7 3 3	2 6. 5 0 0
d 1 0	2 7. 5 0 0	7. 4 6 7	1. 7 0 0
d 1 4	7. 5 0 0	3. 8 4 6	7. 4 4 1
d 1 9	2. 0 0 0	5. 6 5 4	2. 0 5 9

図 1 2 に、上記（表 7）のデータに基づいて構成されたズームレンズを示す。図 1 2 中、r 1 ～ r 5 で示されるレンズ群が第 1 レンズ群、r 6 ～ r 1 2 で示されるレンズ群が第 2 レンズ群、r 1 4 ～ r 1 9 で示されるレンズ群が第 3 レンズ群、r 2 0 ～ r 2 5 で示されるレンズ群が第 4 レンズ群である。また、図 1 2 中、r 2 6、r 2 7 で示される光学部品は、光学ローパスフィルタと CCD のフェースプレートに等価な平板である。

図 1 3 ～ 図 1 5 に、本実施例におけるズームレンズの広角端、標準位

置、望遠端における各収差性能を示す。

図 1 3 ～ 図 1 5 に示す収差性能図から明らかなように、本実施例のズームレンズは、高解像度を実現するのに十分な収差補正能力を有している。

- 5 図 1 6 に、望遠端における 0.33° の手振れ補正時の収差性能を示す。

図 1 6 に示す収差性能図から明らかなように、本実施例のズームレンズは、手振れ補正時においても良好な収差性能を示している。

以下に、本実施例のズームレンズについての各条件式の値を示す。

- 10 $|f_2 / R I H| = 2.911$
 $|f_2 / f_1| = 0.197$
 $f_{11-12} / f_1 = 4.725$
 $f_{132} / f_{13} = -1.949$
 $d s a g_{211} / d s a g_{219} = -0.159$
15 $d s a g_{311} / d s a g_{319} = -0.210$
 $d s a g_{411} / d s a g_{419} = -0.185$

$$\sum_{i=1}^n (S g_i \cdot C L_i^2) / R I H = 42.2$$

- 20 [第 3 の実施の形態]

本実施の形態におけるズームレンズは、物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第 1 レンズ群と、

- 25 物体側から像面側に向かって順に配置された、凹メニスカスレンズと、両凹レンズと、両凸レンズと、凸レンズとからなり、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第 2 レンズ

群と、

像面に対して固定された絞りと、

物体側から像面側に向かって順に配置された、両凸レンズと、凸レンズと凹レンズとの接合レンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、

- 5 変倍時及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

1枚の単（凸）レンズからなり、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動に伴って変動する前記像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とにより構成されている。

- 第3レンズ群は、手振れ時の像の変動を補正するために光軸に対して
10 垂直な方向に移動可能となっている。

また、第2レンズ群あるいは第3レンズ群あるいは第4レンズ群は、少なくとも一面の非球面を含んでいる。

本実施の形態のズームレンズにおいても、上記条件式(3)～(10)を満足するのが望ましい。

- 15 また、本実施の形態のズームレンズにおいても、第2レンズ群の非球面は、最も像面側に配置され、かつ、像面側に凹面を向けた面であるのが望ましい。

以下、具体的実施例を挙げて、本実施の形態におけるズームレンズをさらに詳細に説明する。

- 20 (実施例4)

下記(表10)に、本実施例におけるズームレンズの具体的数値例を示す。

[表 1 0]

5

群	面	r	d	n	ν	Sg	CL
1	1	64.855	1.30	1.84666	23.9		
	2	27.412	6.55	1.60311	60.7		
	3	-149.171	0.15				
	4	22.681	3.95	1.77250	49.6		
	5	57.358	可変				
2	6	57.358	0.70	1.83400	37.2		
	7	6.027	2.75				
	8	-11.431	1.00	1.66547	55.2		
	9	24.993	0.55				
	10	15.528	2.20	1.80518	25.4		
	11	-15.528	0.70	1.69680	55.6		
	12	97.011	可変				
絞り	13	—	2.10				
3	14	10.701	2.70	1.51450	63.1	2.39	3.90
	15	-15.856	3.40				
	16	8.530	2.30	1.48749	70.4	2.45	3.60
	17	-700.000	0.70	1.84666	23.9	3.49	3.50
	18	7.086	可変				
4	19	9.433	2.50	1.60602	57.4		
	20	-51.188	可変				
5	21	∞	2.70	1.51633	64.1		
	22	∞	—				

10

15 また、下記（表 1 1）に、本実施例におけるズームレンズの非球面係数を示す。

[表 1 1]

20

面	8	14	15	19	20
K	2.90787E-01	-1.39931E+00	-9.66288E-01	-5.30841E-01	-4.53023E+01
D	7.42659E-05	-1.76234E-04	-1.07190E-04	2.18369E-05	5.43407E-05
E	-9.45583E-06	5.34872E-07	-1.16524E-06	4.25755E-06	4.79802E-06
F	4.14403E-07	-5.48708E-07	-4.24862E-07	-1.82715E-07	-2.64861E-07
G	-1.09933E-08	8.94570E-09	4.56042E-09	1.22783E-09	1.26562E-09

また、下記（表 1 2）に、物点がレンズ先端から測って無限位置の場合の、ズーミングによって可変な空気間隔（mm）を示す。

25

[表 1 2]

5

	広角端	標準	望遠端
f	4. 6 7 4	2 2. 9 3 2	5 6. 9 3 4
F/NO	2. 8 1 6	2. 7 1 1	2. 8 1 8
2 ω	6 5. 0 3 0	1 3. 8 9 0	5. 5 3 4
d 5	1. 0 0 0	1 6. 5 4 7	2 1. 0 6 0
d 1 0	2 1. 5 0 0	5. 9 5 3	1. 4 4 0
d 1 4	7. 2 0 0	3. 3 1 4	7. 2 9 8
d 1 9	1. 0 0 0	4. 8 6 9	0. 9 0 2

- 10 図 1 7 に、上記（表 1 0）のデータに基づいて構成されたズームレンズを示す。図 1 7 中、r 1 ～r 5 で示されるレンズ群が第 1 レンズ群、r 6 ～r 1 2 で示されるレンズ群が第 2 レンズ群、r 1 4 ～r 1 8 で示されるレンズ群が第 3 レンズ群、r 1 9 ～r 2 0 で示されるレンズ群が第 4 レンズ群である。また、図 1 7 中、r 2 1、r 2 2 で示される光学
- 15 部品は、光学ローパスフィルタと CCD のフェースプレートに等価な平板である。

図 1 8 ～図 2 0 に、本実施例におけるズームレンズの広角端、標準位置、望遠端における各収差性能を示す。

- 図 1 8 ～図 2 0 に示す収差性能図から明らかなように、本実施例のズームレンズは、高解像度を実現するのに十分な収差補正能力を有している。
- 20

図 2 1 に、望遠端における 0. 3 1° の手振れ補正時の収差性能を示す。

- 図 2 1 に示す収差性能図から明らかなように、本実施例のズームレンズは、手振れ補正時においても良好な収差性能を示している。
- 25

以下に、本実施例のズームレンズについての各条件式の値を示す。

$$|f_2 / R I H| = 2.261$$

$$|f_2 / f_1| = 0.186$$

$$f_{11-12} / f_1 = 3.597$$

$$f_{132} / f_{13} = -1.605$$

$$5 \quad dsag_{211} / dsag_{219} = -0.131$$

$$dsag_{311} / dsag_{319} = -0.196$$

$$dsag_{321} / dsag_{329} = -0.219$$

$$dsag_{411} / dsag_{419} = -0.418$$

$$dsag_{421} / dsag_{429} = -0.152$$

$$10 \quad \sum_{i=1}^n (Sg_i \cdot CL_i^2) / R I H = 42.4$$

[第4の実施の形態]

図22に、本発明の第4の実施の形態におけるビデオカメラの構成を示す配置図を示す。

図22に示すように、本実施の形態におけるビデオカメラは、ズームレンズ221と、ズームレンズ221の像面側に順に配置されたローパスフィルタ222及び撮像素子223とを有している。また、撮像素子223には、信号処理回路224を介してビューファインダ225が接続されている。ここで、ズームレンズ221としては、手振れ補正機能を備えた上記実施例1のズームレンズ（図3参照）が用いられており、これにより小型、軽量で省電力化が可能である高性能な手振れ補正機能付きビデオカメラが実現されている。また、ズームレンズ221の第3レンズ群には、当該第3レンズ群を光軸に対して垂直方向に移動させるための駆動装置（アクチュエータ）226を介して、手振れを検出するための検出器227が接続されている。

尚、本実施の形態においては、上記実施例1で示した図3のズームレ

レンズが用いられているが、このズームレンズに代えて、例えば、上記実施例 2 ～ 4 で示したズームレンズを用いてもよい。

〔第 5 の実施の形態〕

図 2 3 に、本発明の第 5 の実施の形態におけるデジタルスチルカメラ
5 の構成を示す。

図 2 3 において、2 3 1 は手振れ補正機能を備えた上記実施例 1 のズームレンズ（図 3 参照）を示している。また、2 3 2 は沈胴式鏡筒、2 3 3 は光学式ビューファインダ、2 3 4 はシャッターをそれぞれ示している。

10 尚、本実施の形態においては、上記実施例 1 で示した図 3 のズームレンズが用いられているが、このズームレンズに代えて、例えば、上記実施例 2 ～ 4 で示したズームレンズを用いてもよい。

請 求 の 範 囲

1. 物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、

前記像面に対して固定された絞りと、

- 10 物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、変倍時及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

- 15 物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動に伴って変動する前記像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備えたズームレンズであって、

- 20 前記第2レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、凹メニスカスレンズと、凹レンズと、両凸レンズと、凹レンズとからなり、かつ、少なくとも一面の非球面を含み、

- 前記第3レンズ群は、接合面が物体側に凸面を向けた接合レンズを含み、手振れ時の像の変動を補正するために光軸に対して垂直な方向に移動可能であり、かつ、少なくとも一面の非球面を含み、
- 25

前記第4レンズ群は、少なくとも一面の非球面を含むことを特徴とす

るズームレンズ。

2. 前記第4レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、凹レンズと、凸レンズと、凹レンズとからなると共に、これら全てのレンズが接合されている請求項1に記載のズームレンズ。

- 5 3. 前記第4レンズ群が、3枚のレンズからなると共に、これら全てのレンズが接合されており、前記第4レンズ群の物体側から第2番目のレンズの厚み10mmの部分における波長370nmの光の透過率を τ_{370} 、波長380nmの光の透過率を τ_{380} としたとき、下記条件式(1)、(2)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

10
$$0.02 < \tau_{370} < 0.2 \quad \dots (1)$$

$$0.2 < \tau_{380} < 0.55 \quad \dots (2)$$

4. 像高をRIH、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、下記条件式(3)、(4)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

15
$$2.0 < |f_2 / \text{RIH}| < 3.0 \quad \dots (3)$$

$$0.16 < |f_2 / f_1| < 0.22 \quad \dots (4)$$

5. 前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第1レンズ群の物体側から第1番目のレンズと第2番目のレンズの合成焦点距離を f_{11-12} としたとき、下記条件式(5)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。
- 20

$$3.2 < f_{11-12} / f_1 < 5.0 \quad \dots (5)$$

6. 前記第1レンズ群の物体側から第3番目のレンズの焦点距離を f_{13} 、前記第1レンズ群の物体側から第3番目のレンズの像面側に向いた面の焦点距離を f_{132} としたとき、下記条件式(6)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。
- 25

$$-2.5 < f_{132} / f_{13} < -1.5 \quad \dots (6)$$

7. 前記第2レンズ群の物体側から*i*番目の非球面の有効径1割における非球面量を $dsag_{2i1}$ 、前記第2レンズ群の物体側から*i*番目の非球面の有効径9割における非球面量を $dsag_{2i9}$ としたとき、下記条件式(7)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$5 \quad -0.23 < dsag_{2i1} / dsag_{2i9} < -0.10 \quad \dots (7)$$

8. 前記第2レンズ群の非球面は、最も像面側に配置され、かつ、像面側に凹面を向けた面である請求項1に記載のズームレンズ。

9. 前記第3レンズ群の物体側から*i*番目の非球面の有効径1割における非球面量を $dsag_{3i1}$ 、前記第3レンズ群の物体側から*i*番目の非球面の有効径9割における非球面量を $dsag_{3i9}$ としたとき、下記条件式(8)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$-0.24 < dsag_{3i1} / dsag_{3i9} < -0.15 \quad \dots (8)$$

10. 前記第4レンズ群の物体側から*i*番目の非球面の有効径1割における非球面量を $dsag_{4i1}$ 、前記第4レンズ群の物体側から*i*番目の非球面の有効径9割における非球面量を $dsag_{4i9}$ としたとき、下記条件式(9)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$-0.45 < dsag_{4i1} / dsag_{4i9} < -0.13 \quad \dots (9)$$

11. 像高を RIH 、前記第3レンズ群における、各レンズの比重を Sg_i 、各レンズのレンズ径を CL_i としたとき、下記条件式(10)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$\sum_{i=1}^n (Sg_i \cdot CL_i^2) / RIH < 50 \quad \dots (10)$$

12. ズームレンズを備えたビデオカメラであって、前記ズームレンズとして請求項1～11のいずれかに記載のズームレンズを用いることを特徴とするビデオカメラ。

13. ズームレンズを備えたデジタルスチルカメラであって、前記

ズームレンズとして請求項 1 ～ 1 1 のいずれかに記載のズームレンズを用いることを特徴とするデジタルスチルカメラ。

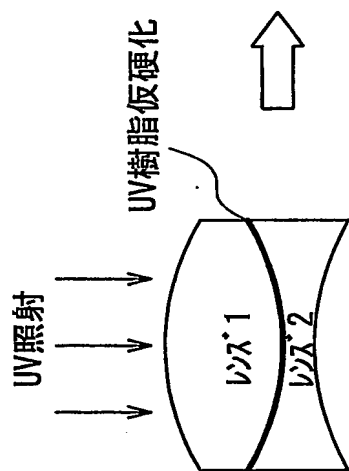
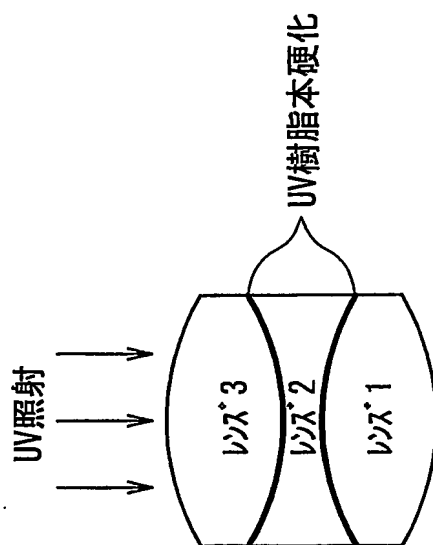


FIG. 1A

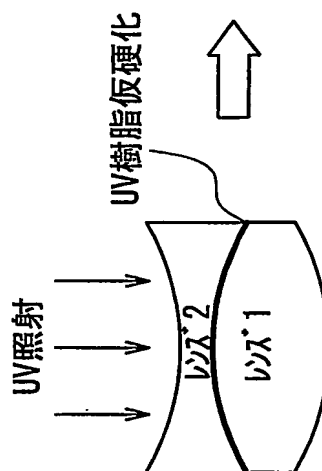
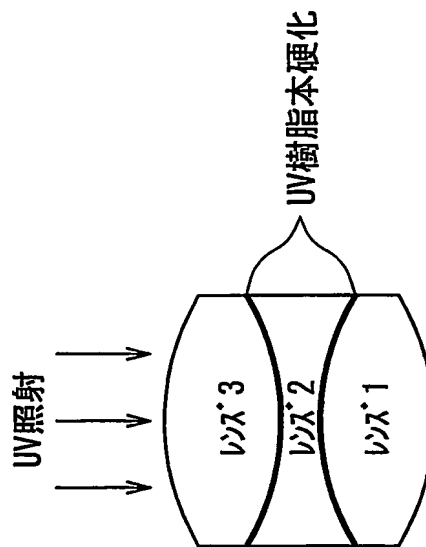


FIG. 1B

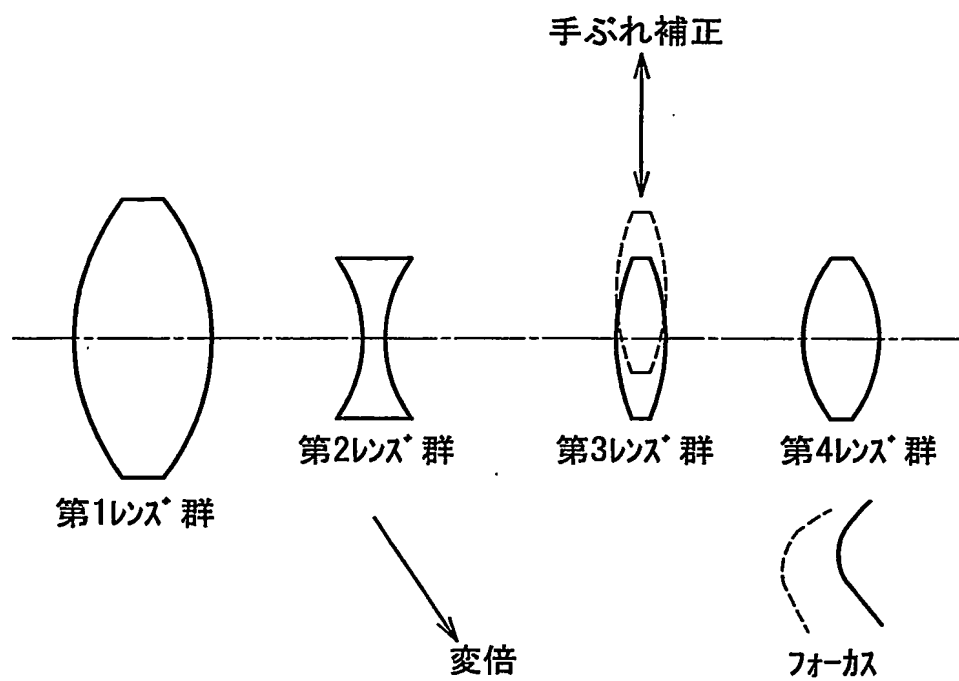


FIG. 2

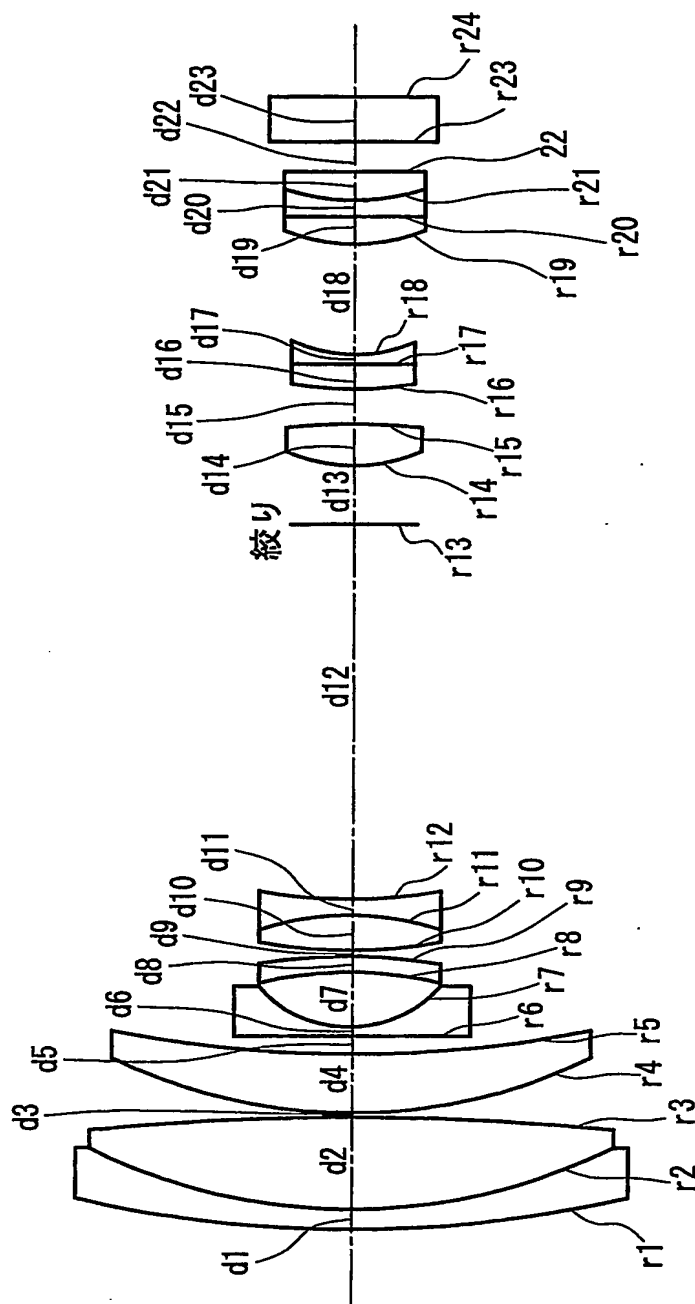


FIG. 3

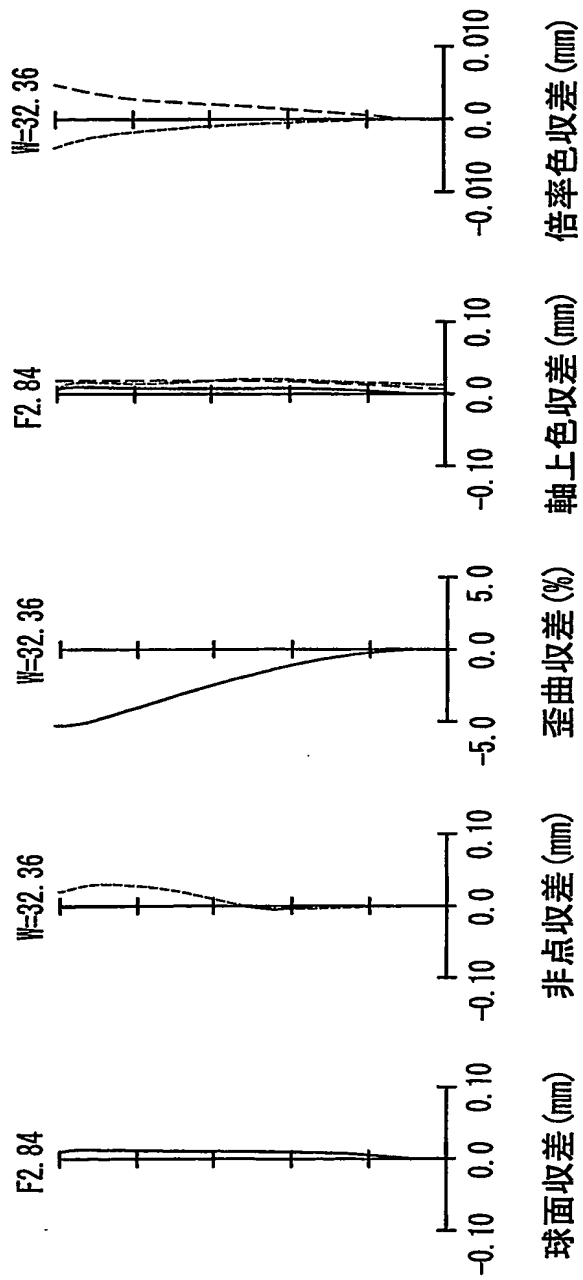


FIG. 4E

FIG. 4D

FIG. 4C

FIG. 4B

FIG. 4A

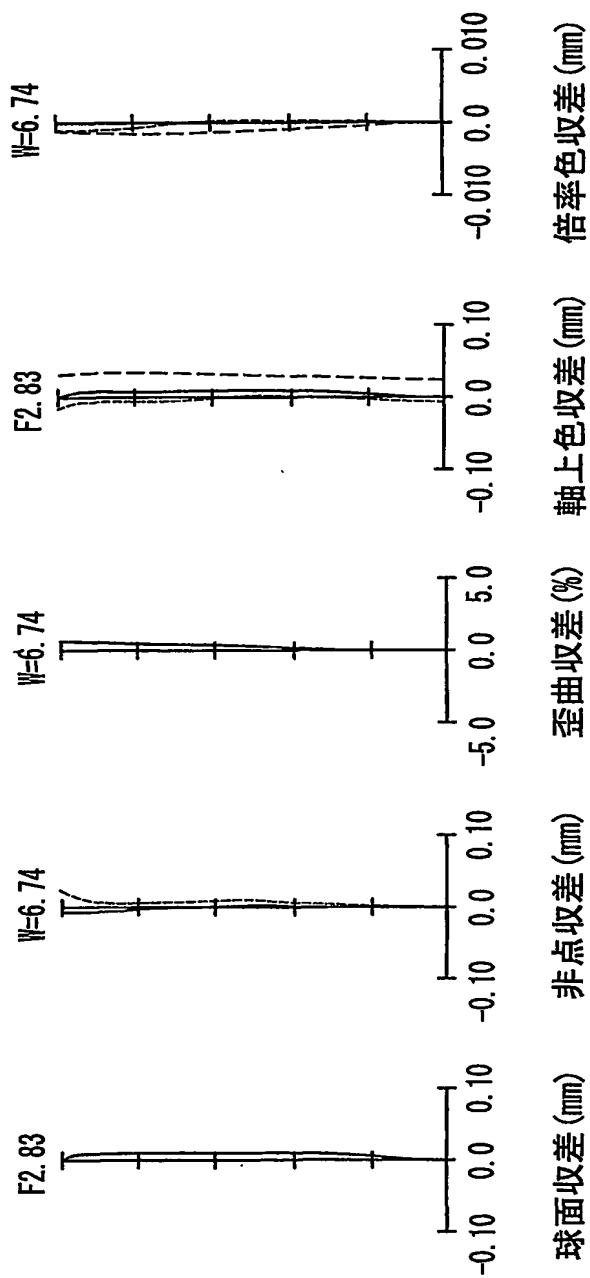


FIG. 5A

FIG. 5B

FIG. 5C

FIG. 5D

FIG. 5E

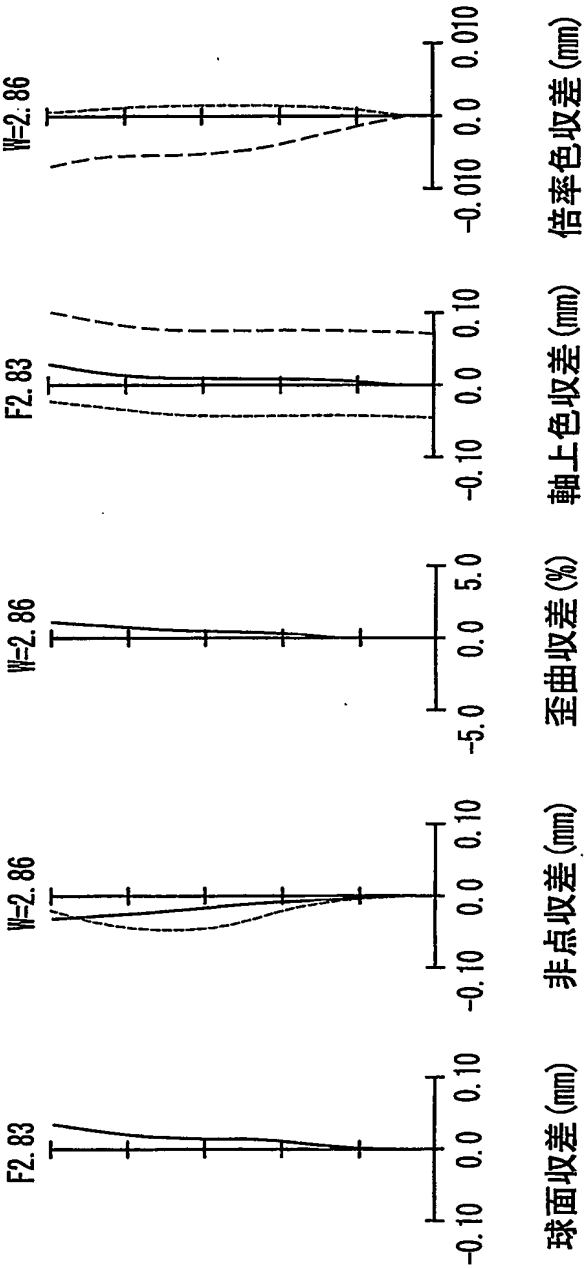


FIG. 6A FIG. 6B FIG. 6C FIG. 6D FIG. 6E

FIG. 7F

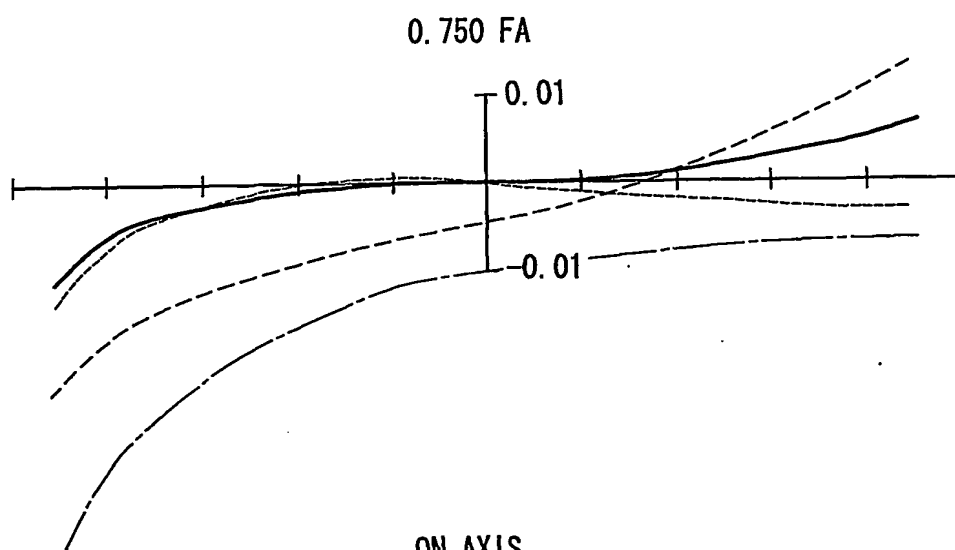


FIG. 7G

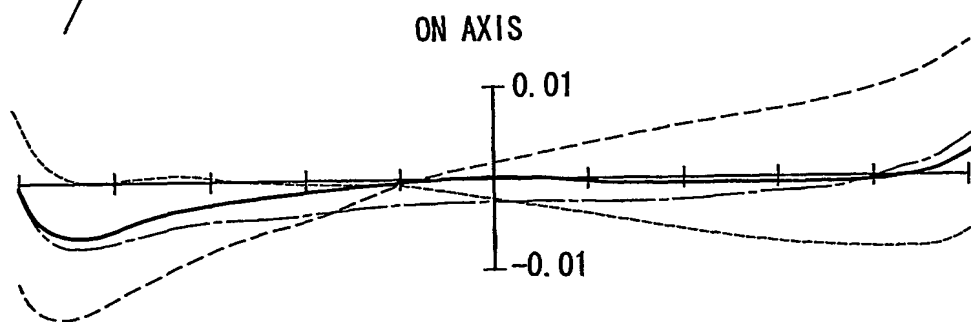
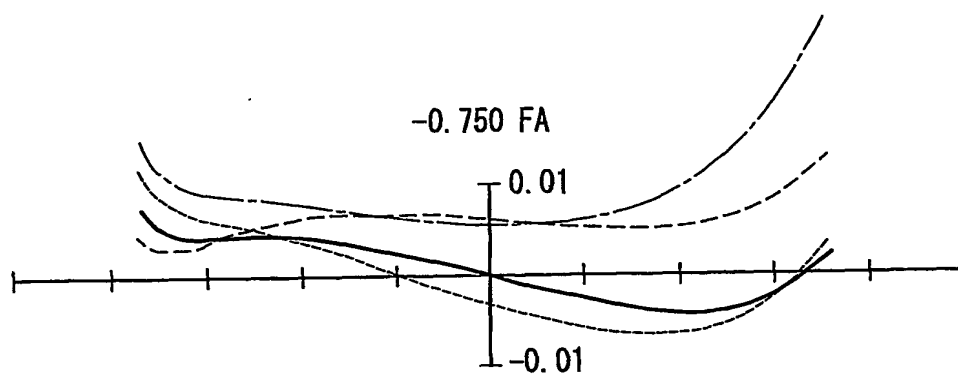


FIG. 7H



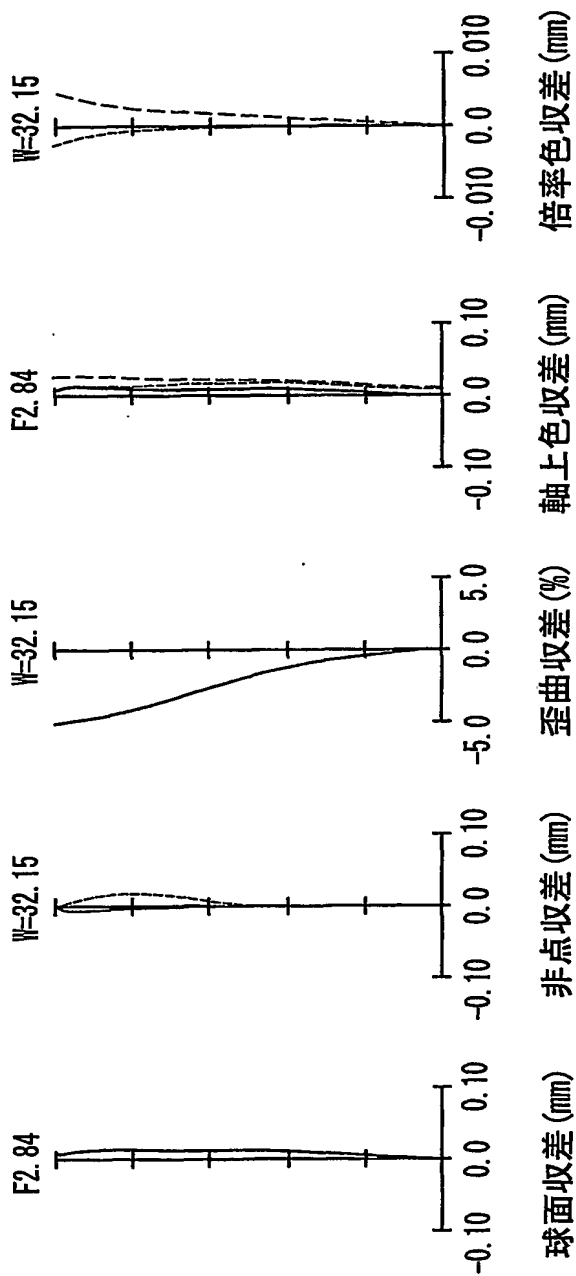


FIG. 8A

FIG. 8B

FIG. 8C

FIG. 8D

FIG. 8E

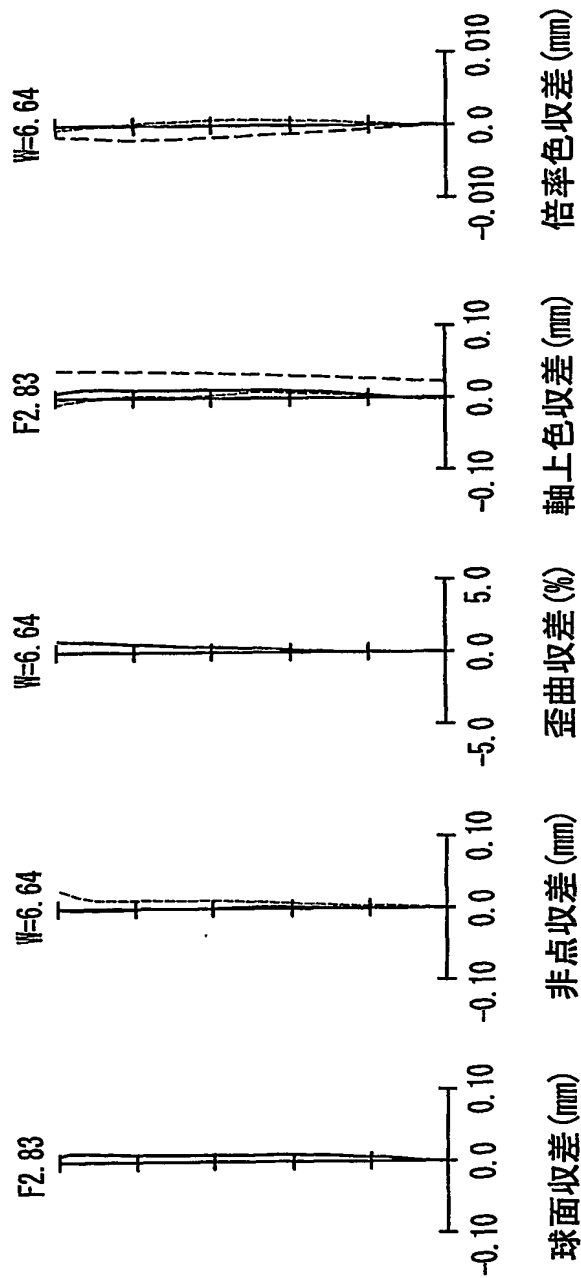


FIG. 9E

FIG. 9D

FIG. 9C

FIG. 9B

FIG. 9A

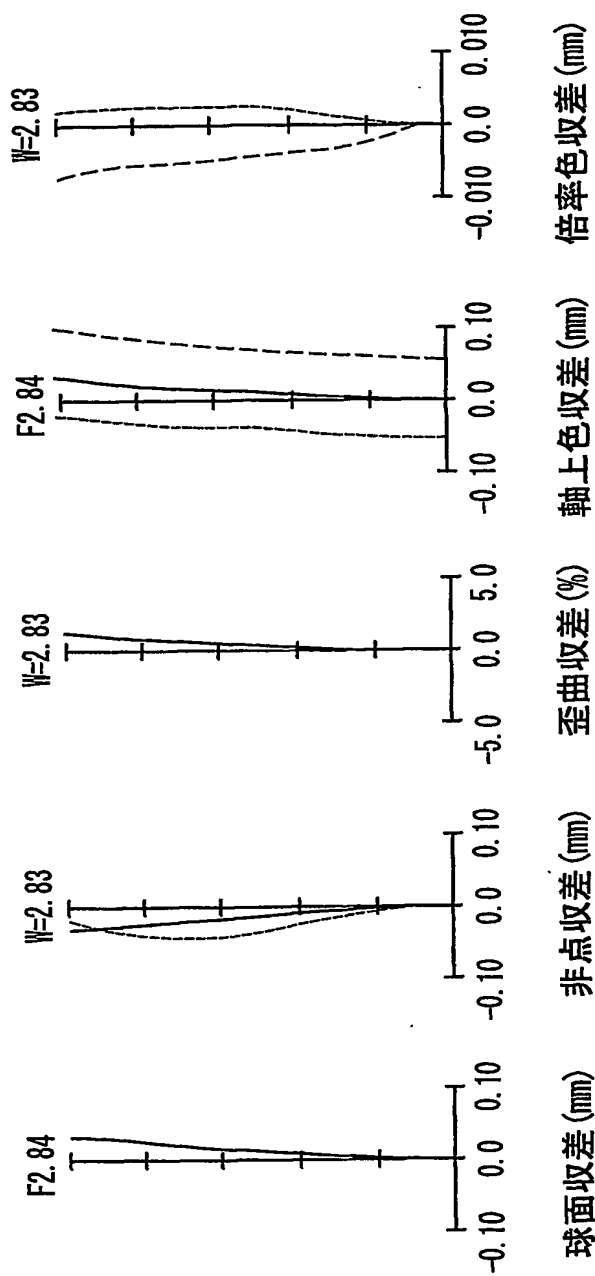


FIG. 10A

FIG. 10B

FIG. 10C

FIG. 10D

FIG. 10E

FIG. 11F

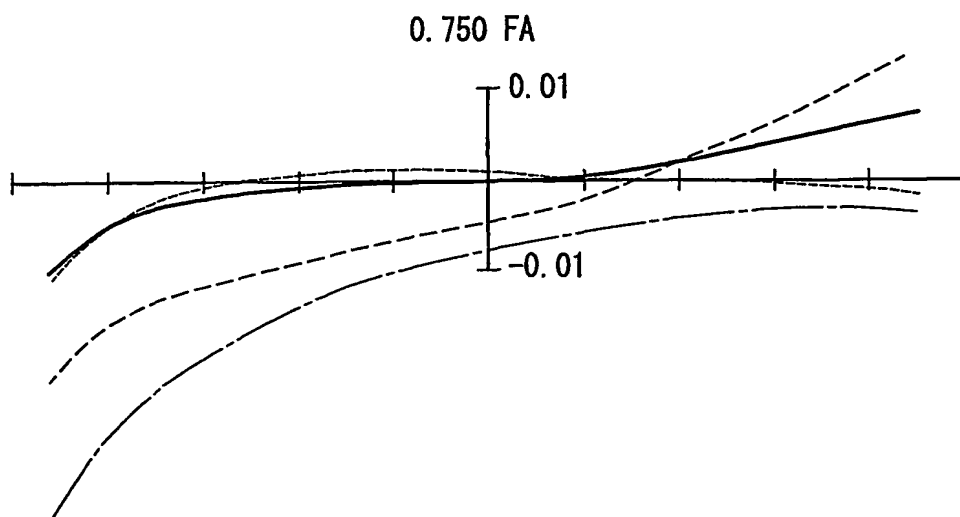


FIG. 11G

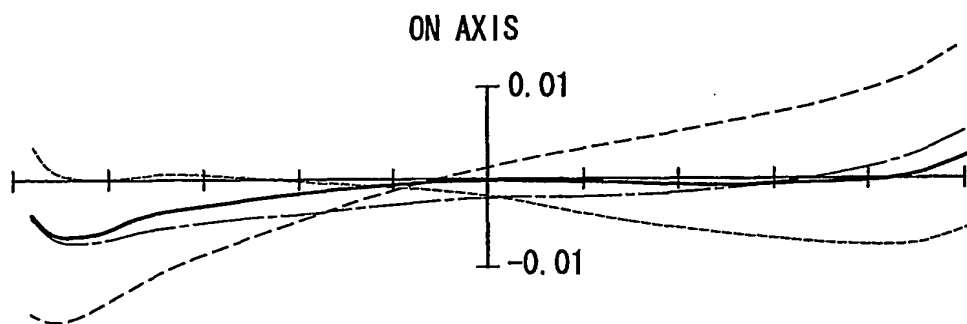
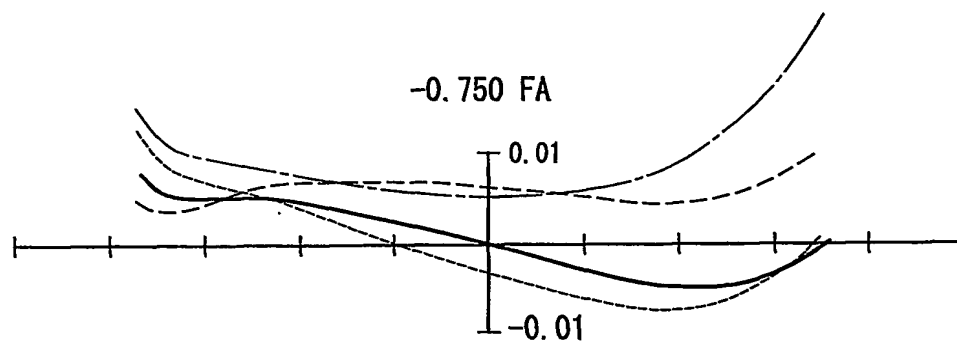


FIG. 11H



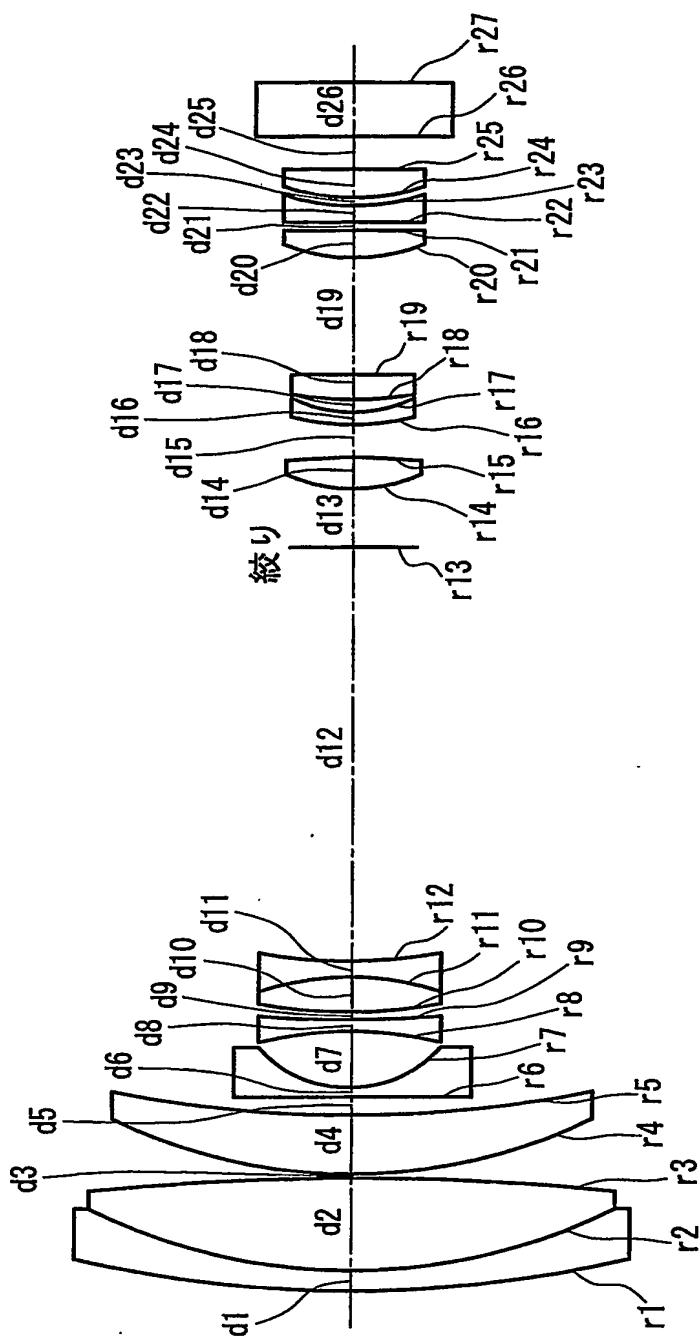


FIG. 12

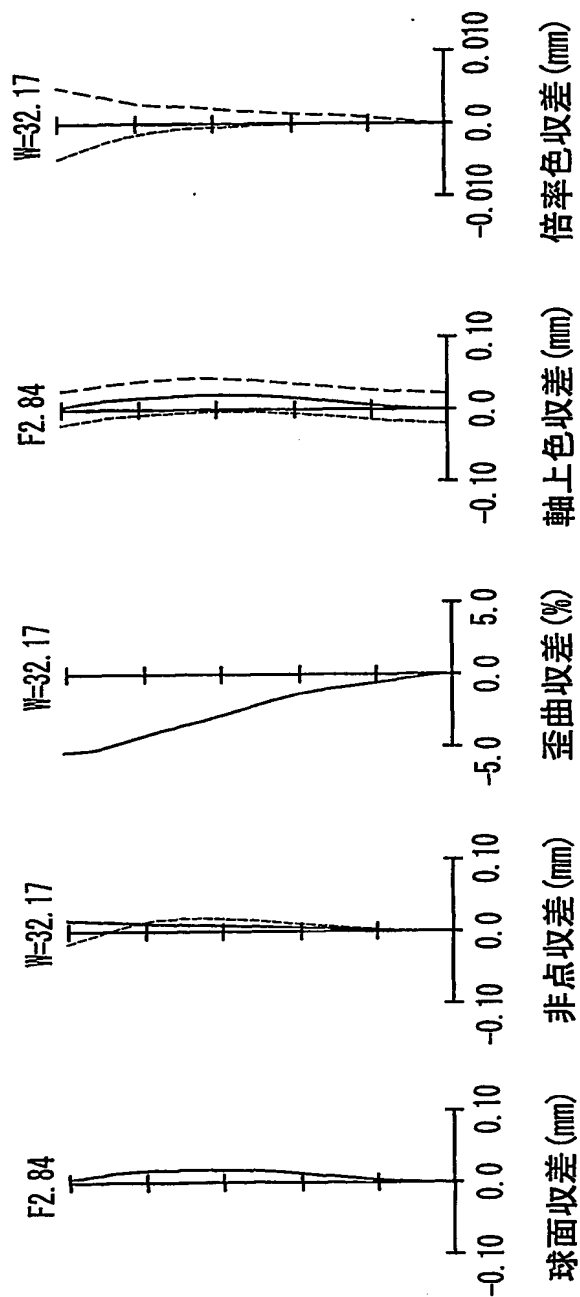


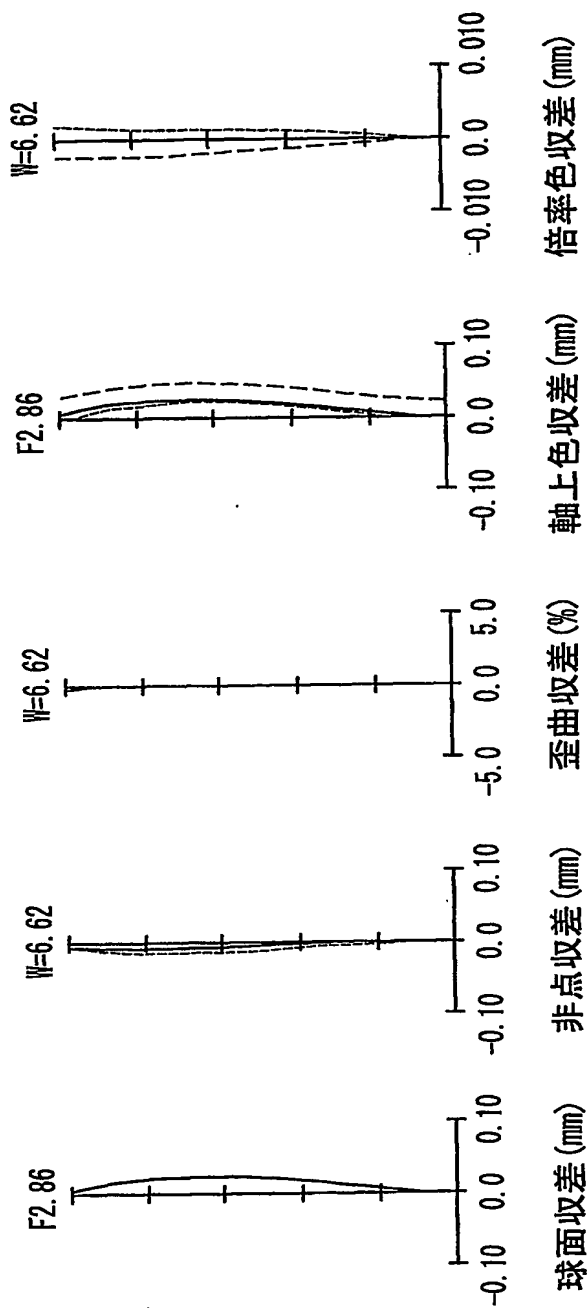
FIG. 13E

FIG. 13D

FIG. 13C

FIG. 13B

FIG. 13A



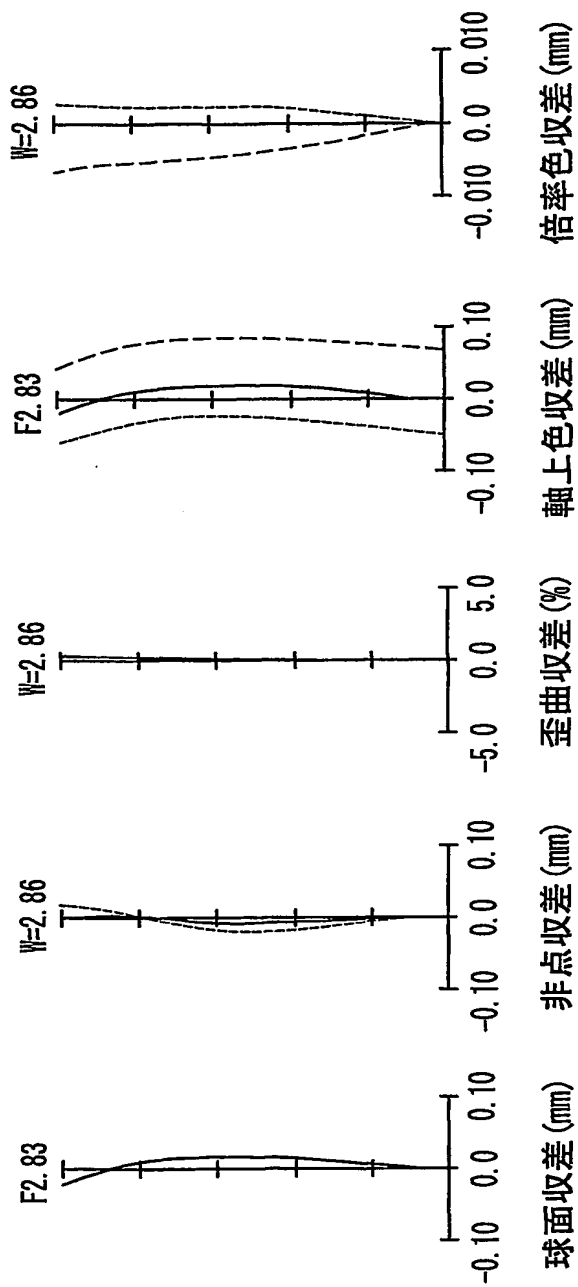


FIG. 15A

FIG. 15B

FIG. 15C

FIG. 15D

FIG. 15E

FIG. 16F

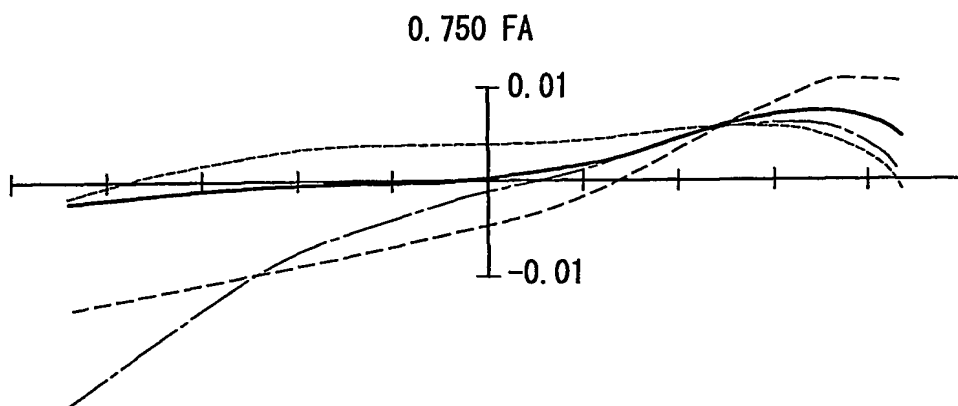


FIG. 16G

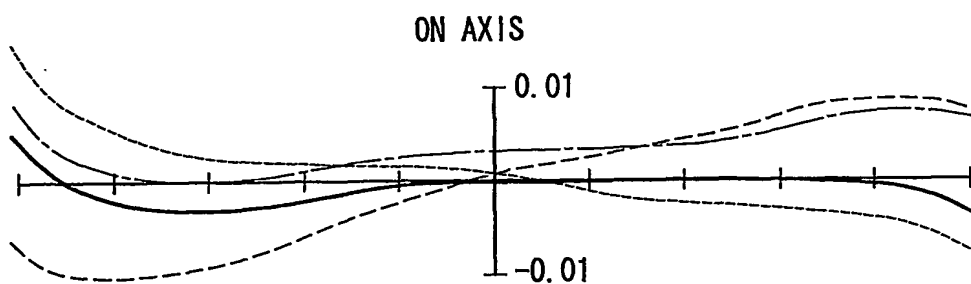
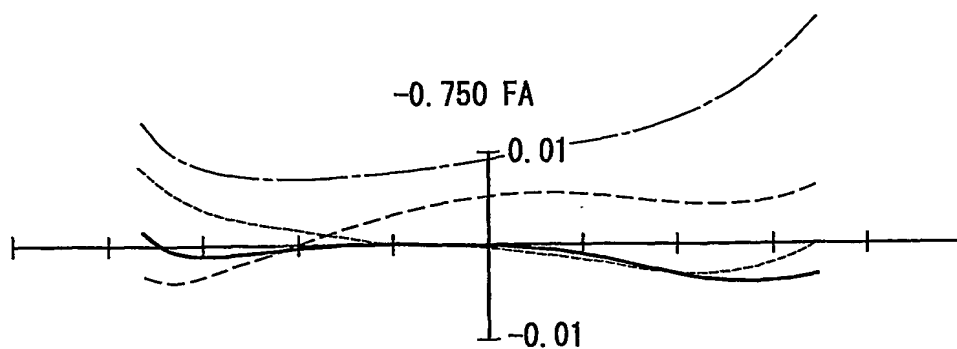


FIG. 16H



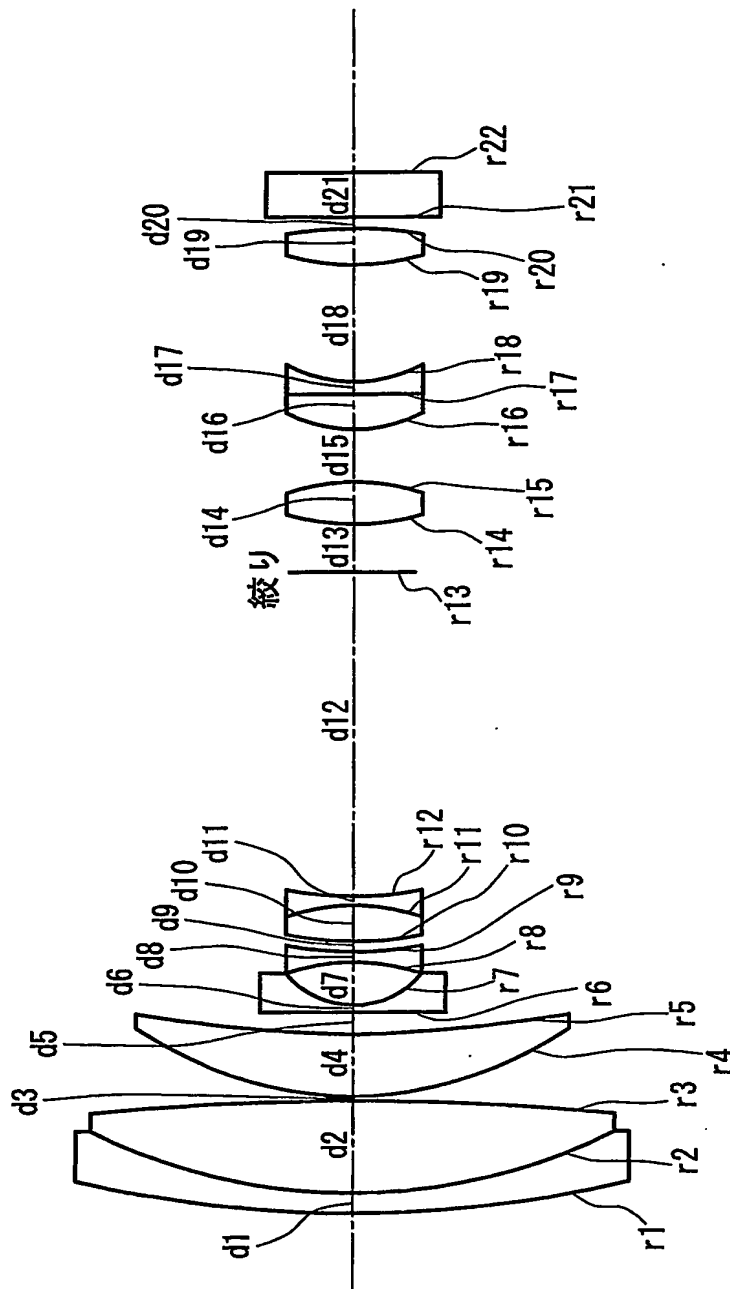


FIG. 17

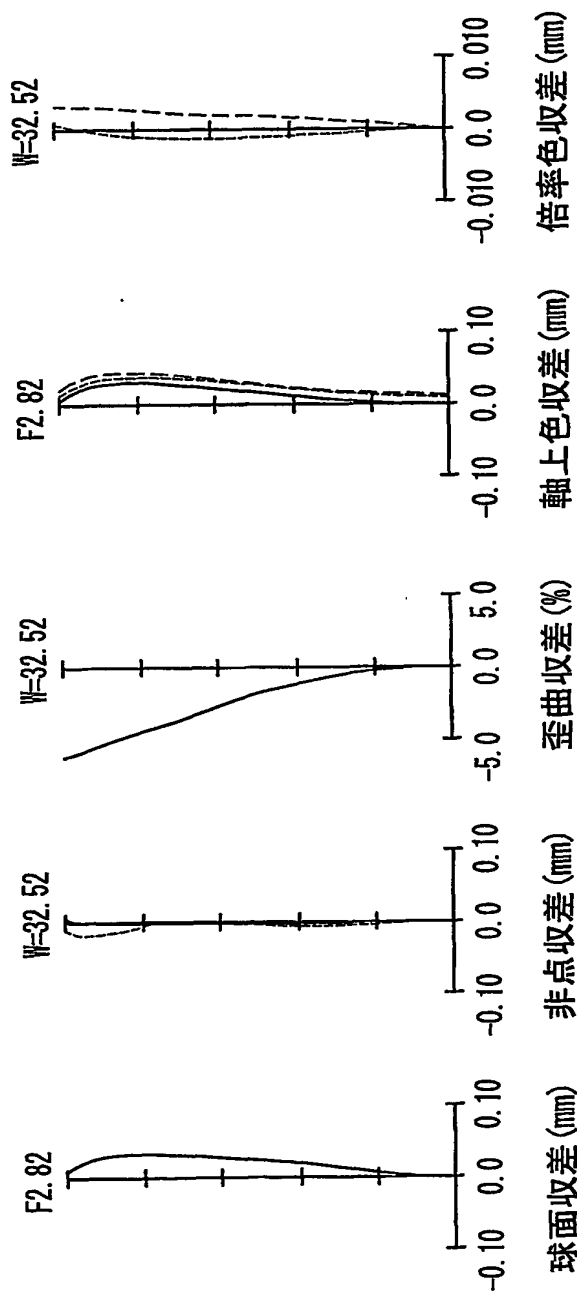


FIG. 18A

FIG. 18B

FIG. 18C

FIG. 18D

FIG. 18E

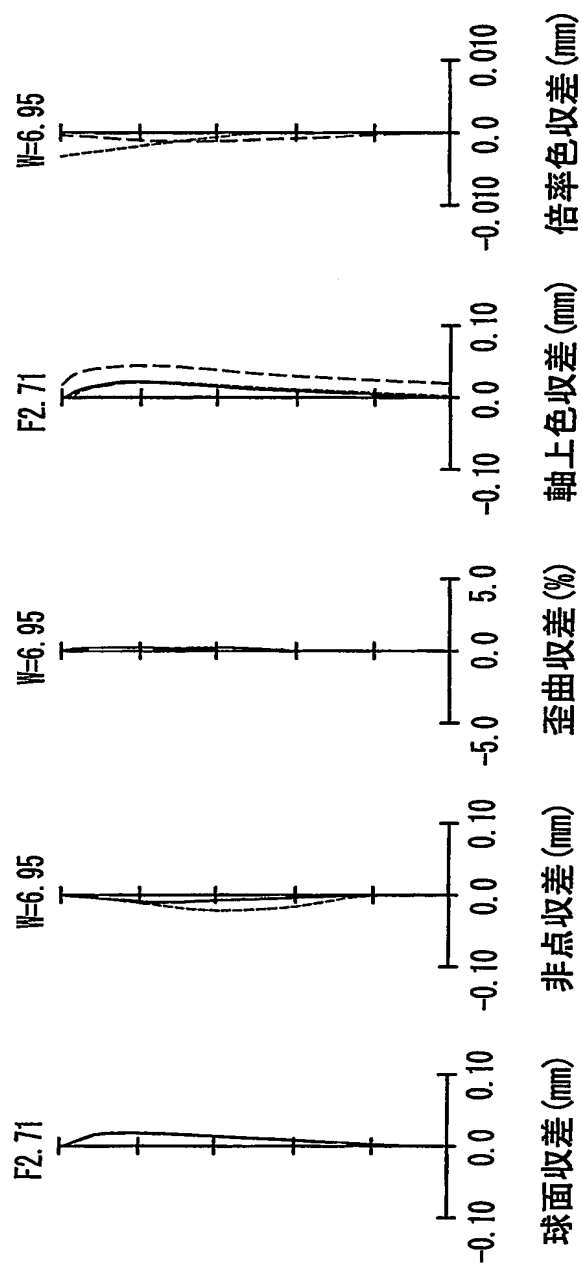


FIG. 19A FIG. 19B FIG. 19C FIG. 19D FIG. 19E

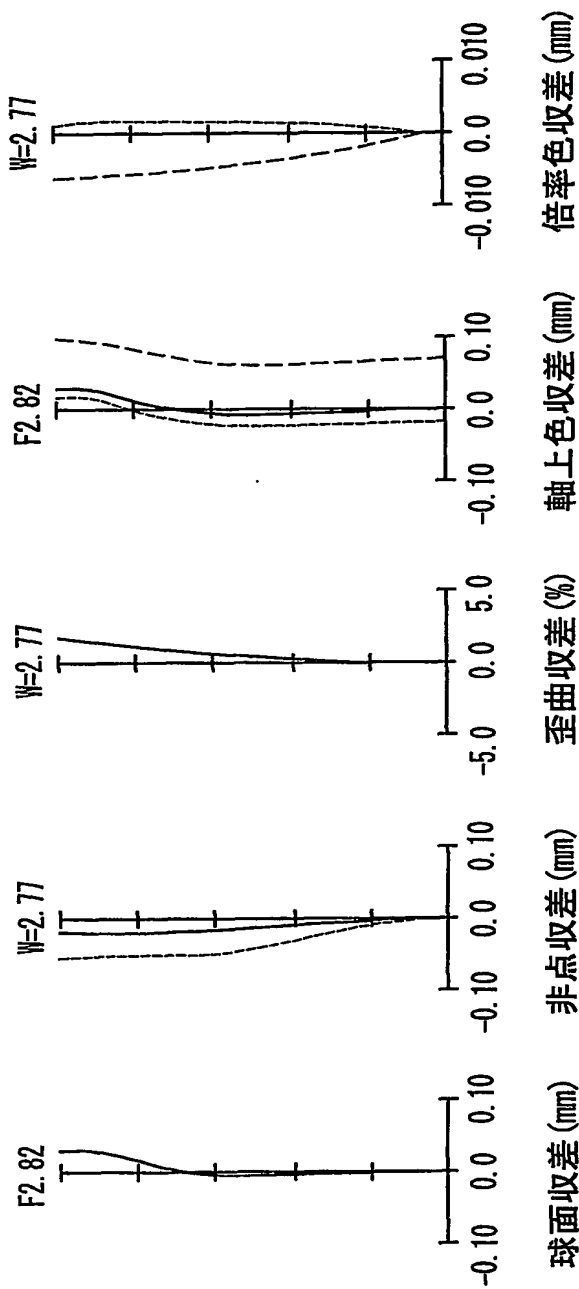


FIG. 20A FIG. 20B FIG. 20C FIG. 20D FIG. 20E

FIG. 21F

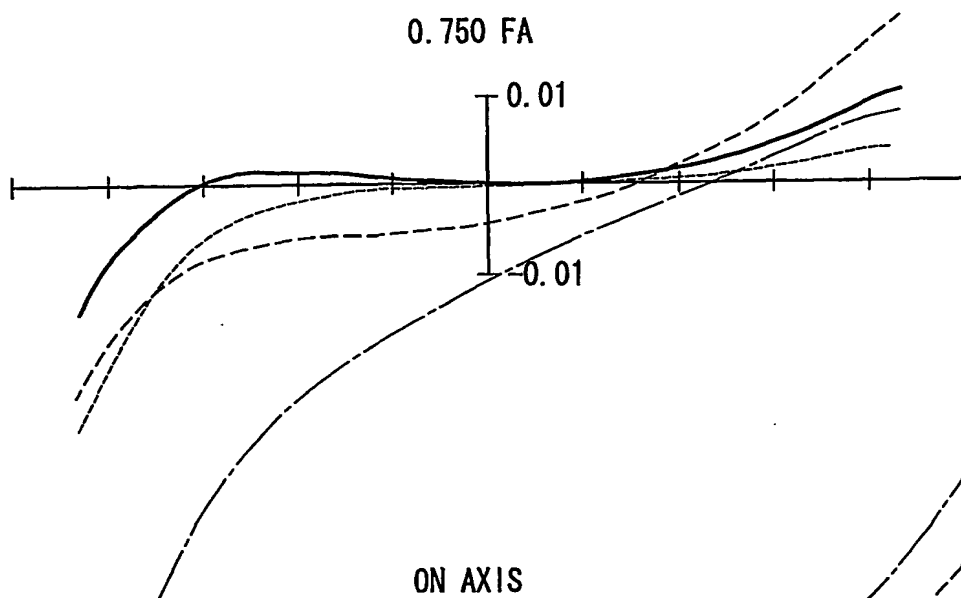


FIG. 21G

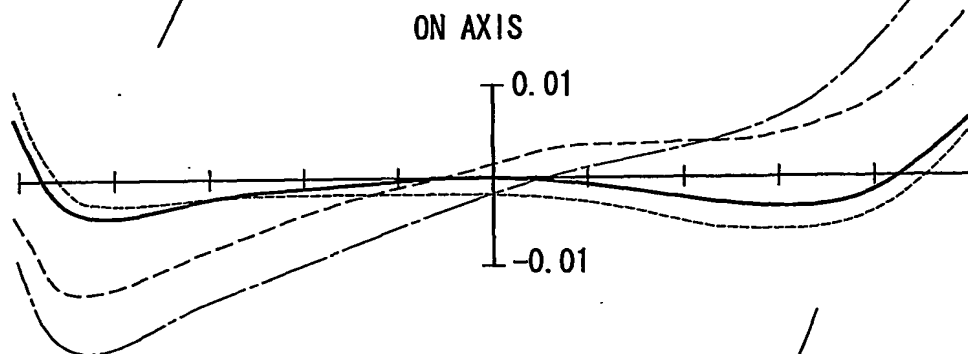
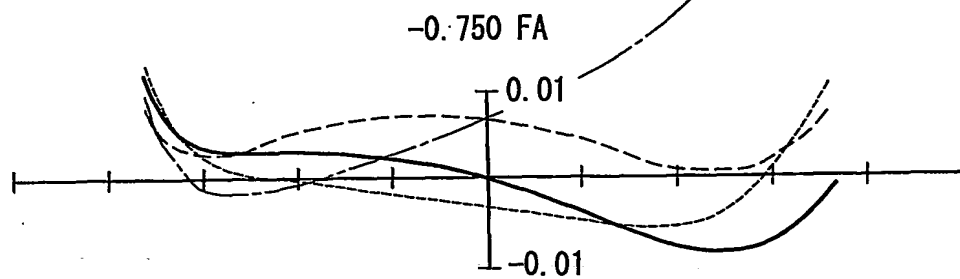


FIG. 21H



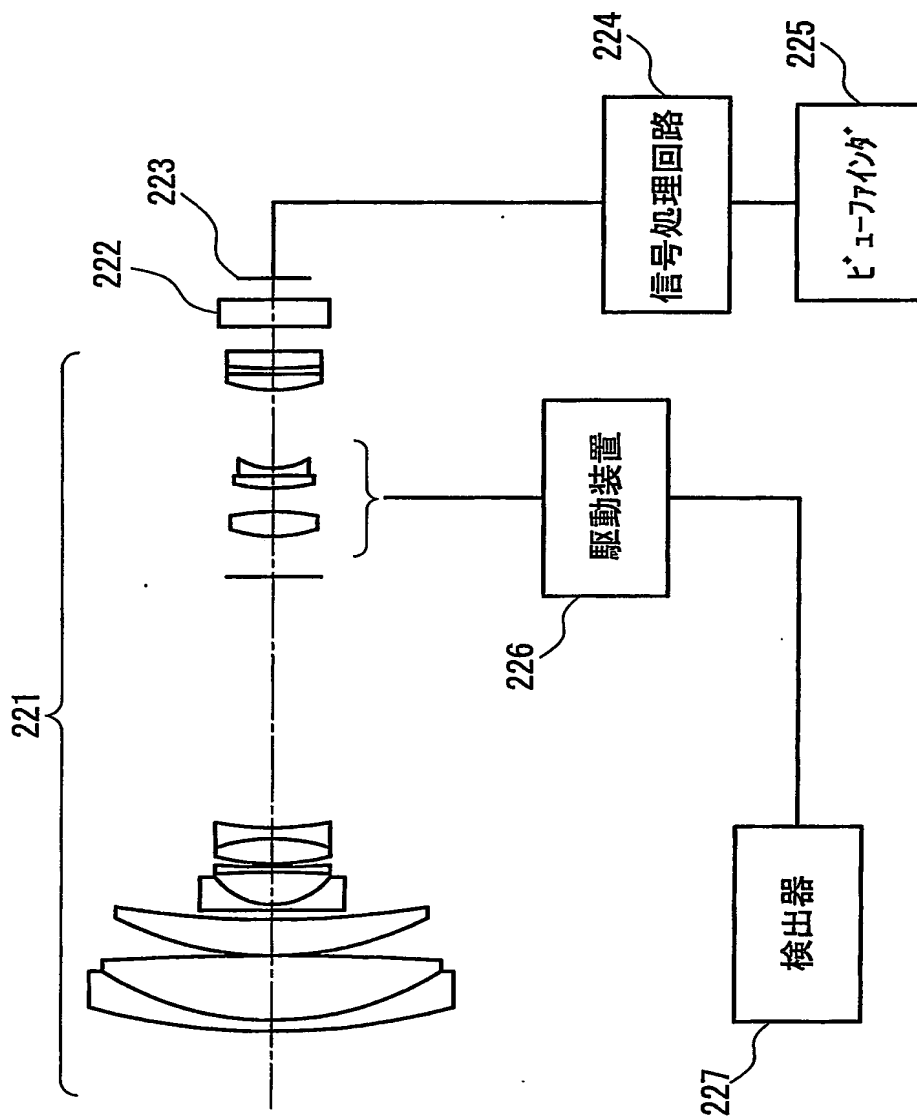


FIG. 22

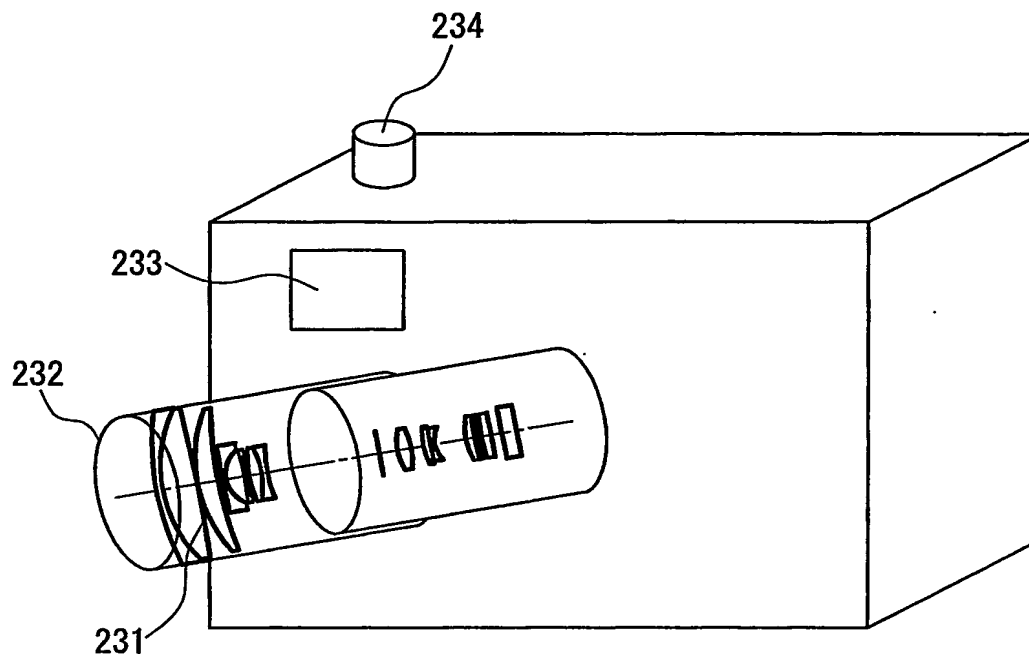


FIG. 23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/01960

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G02B15/16, G02B13/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G02B15/16, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-91830 A (Canon Inc.), 06 April, 2001 (06.04.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-13
Y	JP 11-237551 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 August, 1999 (31.08.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-13
Y	JP 2001-305426 A (Sony Corp.), 31 October, 2001 (31.10.01), Full text; all drawings (Family: none)	2-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search
28 April, 2003 (28.04.03)

Date of mailing of the international search report
13 May, 2003 (13.05.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G02B 15/16, G02B 13/18

B. 調査を行った分野
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G02B 15/16, G02B 13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-91830 A (キヤノン株式会社) 2001.04.06、全文、全図 (ファミリーなし)	1-13
Y	JP 11-237551 A (松下電器産業株式会社) 1999.08.31、全文、全図 (ファミリーなし)	1-13
Y	JP 2001-305426 A (ソニー株式会社) 2001.10.31、全文、全図 (ファミリーなし)	2-3

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 28.04.03

国際調査報告の発送日 13.05.03

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
森内 正明
電話番号 03-3581-1101 内線 3269

2V 9222